静岡県防災拠点等における

設備地震対策ガイドライン

平成２５年度

静　　岡　　県

はじめに

「防災拠点等における設備地震対策ガイドライン」は、平成７年に発生した阪神淡路大震災の被害を教訓に、設備機器等耐震強度の確保及び発災直後の防災拠点施設の機能確保を図るため、平成８年に策定されたものです。

大地震が発生した場合、情報の収集伝達、救出救助、医療救護、避難等の応急対策を迅速かつ円滑に進めなければなりません。そして、これらの活動の拠点となる施設については、水・電気・ガスなどのライフラインの途絶によってその機能を喪失しないような対策が不可欠となります。

ガイドラインは、災害応急対策を行う各施設がその役割を果たすための建築設備について、システムの選定、耐震性の強化、又は代替措置等の対策をまとめたもので、防災拠点等の整備に活用してきました。

しかしながら、策定から15年以上を経過したことや、平成23年に発生した東日本大震災における津波被害、機能確保等に対する新たな課題が発生したことを踏まえ、「地震・津波対策アクションプログラム２０１３」の一環として、改訂をいたしました。

今回の改訂により、本ガイドラインがさらに広く、多くの皆様に活用されることを期待しております。

なお、本改訂に当たり策定時から引き続き検討委員会で委員長をお引き受けくださった坂本功東京大学名誉教授はじめ、熱心な御討議をいただいた委員の方々の御尽力に心より敬意を表するとともに、厚く御礼を申し上げます。

静岡県経営管理部長
土 屋 優 行

静岡県防災拠点等における設備地震対策ガイドライン
改訂委員会及び作業部会委員名簿（平成２５年度）

役職	氏名	所属
委員長	坂本　功	東京大学名誉教授
委員	久保哲夫	東京大学名誉教授
	秋元孝之	芝浦工業大学工学部建築工学科教授
委員兼作業部会座長	平山昌宏	芝浦工業大学元教授
委員兼電気設備部会長	小林靖昌	㈱日建設計設備設計部門環境・設備技術部長
委員兼機械設備部会長	林　一宏	㈱日建設計設備設計部門設備設計部長
部会委員	木村　剛	㈱大林組設計本部設備設計部空調･衛生設計課課長
	座馬知司	㈱関電工営業統轄本部エンジニアリング部副部長
	鈴木俊之	東光電気工事㈱新宿支社内線部長
	菊池良直	東光電気工事㈱東京支社内線部内線第三課主任
	鈴木雅之	（一社）日本ガス協会技術部設備技術グループ課長

（順不同、敬称略）

役職	氏名	所属
事務局	東　繁	（一財）日本建築設備・昇降機センター理事
	戸塚眞治	（一財）日本建築設備・昇降機センター
	杉田輝彦	（一財）日本建築設備・昇降機センター

静岡県防災拠点等における設備システムの地震対策検討委員会委員名簿
（平成７年度）

委員長	坂本　功	東京大学大学院教授工学系研究科建築学専攻
委　員	稲葉　正英	静岡県都市住宅部営繕課長
	井上　輝雄	東光電気工事㈱常務取締役内線本部長
	入江　紘一郎	㈱関電工営業本部エンジニアリング部部長
	折原　明男	（社）電気設備学会顧問［㈱日建設計技師長］
	木内　俊明	国士舘大学工学部建築学科教授
	久保　哲夫	名古屋工業大学工学部社会開発工学科教授
	蔵　真人	（社）建築・設備維持保全推進協会専務理事
	幸山　明雄	（社）日本ガス協会技術部部長
	山海　敏弘	建設省建築研究所第五研究部設備計画研究室 主任研究員
	鈴木　貴雄	（社）日本ガス協会技術部営業技術グループ係長
	田中　収司	大成建設㈱設計本部設備設計第一部設計室次長
	田村　仁一	㈱西原衛生工業所技術開発室課長
	中山　茂樹	千葉大学工学部建築学科助教授
	丹羽　雅之	（社）日本ガス協会技術部営業技術グループ課長
	松井　一	静岡県都市住宅部技監兼建築課長
	松島　俊久	鹿島建設㈱建設総事業本部建築技術本部建築設備部 工務課課長
	村上　三千博	高砂熱学工業㈱技術本部技術開発部参事

（五十音順、敬称略）

本書の運用について

１．　本書（「静岡県防災拠点等における設備地震対策ガイドライン」）は、平成7年1月17日に発生した阪神･淡路大震災を教訓とした静岡県内の防災拠点等（庁舎、病院、保健所、警察施設、学校等）における地震対策への取り組みとして、平成8年に「静岡県防災拠点等における設備システムの地震対策ガイドライン」として発行されたものである。

その後、平成23年3月11日に東北地方太平洋沖を震源とする東日本大震災が発生し、地震の規模は、M 9.0を記録し、日本周辺における観測史上最大の地震となった。この地震後に発生した大津波により被害はさらに拡大し、死者・行方不明者を合わせ2万名を超える未曾有の大災害となった。

本書は、この大災害を契機とし、地震対策の見直し（一般財団法人日本建築センター発行の「建築設備耐震設計・施工指針2005年版」の耐震クラスＳ相当を基本とする耐震対策を行う。）及び津波への対策を追加することを急務として、平成26年3月に改訂されたものである。

２．　本書の運用に際しては、新築の建築物に対しては、地震・津波対策を考慮した設備計画の指針とする。また、既存建築物に対しては、地震及び津波対策の改修指針とする。

既存建築物の設備機能確保に当たっては、各防災拠点等の建築物ごとに本書の「設備機能確保グレードと付加措置対応表の例」を参考にして、用途上の特性及び想定される地震・津波等の地域的特性を勘案して、機能確保グレード（ＧＳ、ＧＡ、ＧＢ）を選定する。

さらに当該建築物における設備の現状を把握して、代替設備（α）、システムの強化（β）、耐震（対津波）措置の強化（γ）の付加措置を選定し、設備機能確保グレードと付加措置対応表を作成する。

作成した対応表の設備機能を確保するために本書に述べられた地震及び津波対策について経済性を考慮して実施する。

３．　各防災拠点等の耐震性を診断するために「静岡県防災拠点等における設備耐震性調査・点検・診断マニュアル」（以下、「マニュアル」という）を本書と同時に改訂発行した。

本書とマニュアルを併せ、各防災拠点等となる施設ごとに適切な地震及び津波対策に活用いただきたい。

目　　次

第６章　用途別対応例

参考資料　Ⅰ

参考資料　Ⅱ

参考資料　Ⅲ

参考資料　Ⅳ

参考資料　Ⅴ

第１章　総則（基本事項）

１．１　目的及び適用範囲

このガイドラインは、静岡県の防災上重要な機能を必要とする防災拠点等の建築設備の災害に対する安全性の基本事項を定め、災害に対する防災拠点等として必要な設備機能の確保を図ることを目的とする。

防災上重要な機能を必要とする防災拠点等は、災害対策本部用庁舎或いはこれに準ずる指定庁舎、警察施設、特定する病院の医療機関、保健所、避難地・避難所として利用する学校等の施設をいう。これらの各施設の敷地内を含めた建築設備を対象とする。

このガイドラインは耐震計画及び対津波対策に関する基本事項を定め、これら各施設としてそれら災害後にも必要な設備機能の確保を図ることを目的とし、新築、増築、模様替え、大規模な修繕及び改修工事を対象とする。

１．２　地震及び津波への安全性確保

防災拠点等の建築設備の地震及び津波への安全性の検討に当たっては、防災拠点等の建築設備に必要とされる設備機能、これら設備が被害を受けた場合の社会的影響とそれらが持つ地域的立地条件を考慮し、大災害時及び大災害後にもこれら建築設備機能が確保すべき目標を定め、災害安全性の確保を図る。

１．２．１　耐震性能と対津波性能の確保

大規模地震対策特別措置法第 3 条により地震防災強化地域として指定され、また南海トラフ地震等の第 4 次地震被害想定で地震及び津波による甚大な被害が予想されるので、静岡県として選定した防災拠点等の耐震性能と対津波性能の確保に努め、これらの災害に対して一般施設の通常の建築設備に比べて災害対策性能を強化する。

１．２．２　水、エネルギー等の備蓄

設備システム稼働のためには、エネルギー（電力、ガス、石油等）、水、空気等の供給が必要不可欠となる。したがって、ライフラインが途絶した場合を考慮し、設備機能確保のためにこれらのエネルギー及び水の確保が必要であり、緊急補給支援を得るまでの間は備蓄により設備システム機能を確保することに努める。

第２章　防災拠点等の機能

２．１　防災拠点等の設備要求機能

防災拠点等の設備の地震・津波対策計画に当たっては、災害時に要求される機能を明確にする必要がある。
それらの要求される諸機能を表２．１－１～表２．１－５に示す。

施設の種類によって、防災拠点として確保すべき諸機能が異なってくる。施設ごと、項目ごとに機能項目を整理し、災害時における機能確保の目標を定め、その目標が達成されるように機能確保を図る必要がある。

これらの諸施設については、災害時に期待される機能項目を施設ごとに整理すると表２．１－１～表２．１－５のようになる。

これらの機能項目については、その業務を遂行する諸室及びその諸室に関連する電気・給排水・空調などの諸設備機能が防災拠点等の設備機能確保グレードの設定に従い実現される必要がある。

表２．１－１　庁舎において災害時に確保が期待される機能

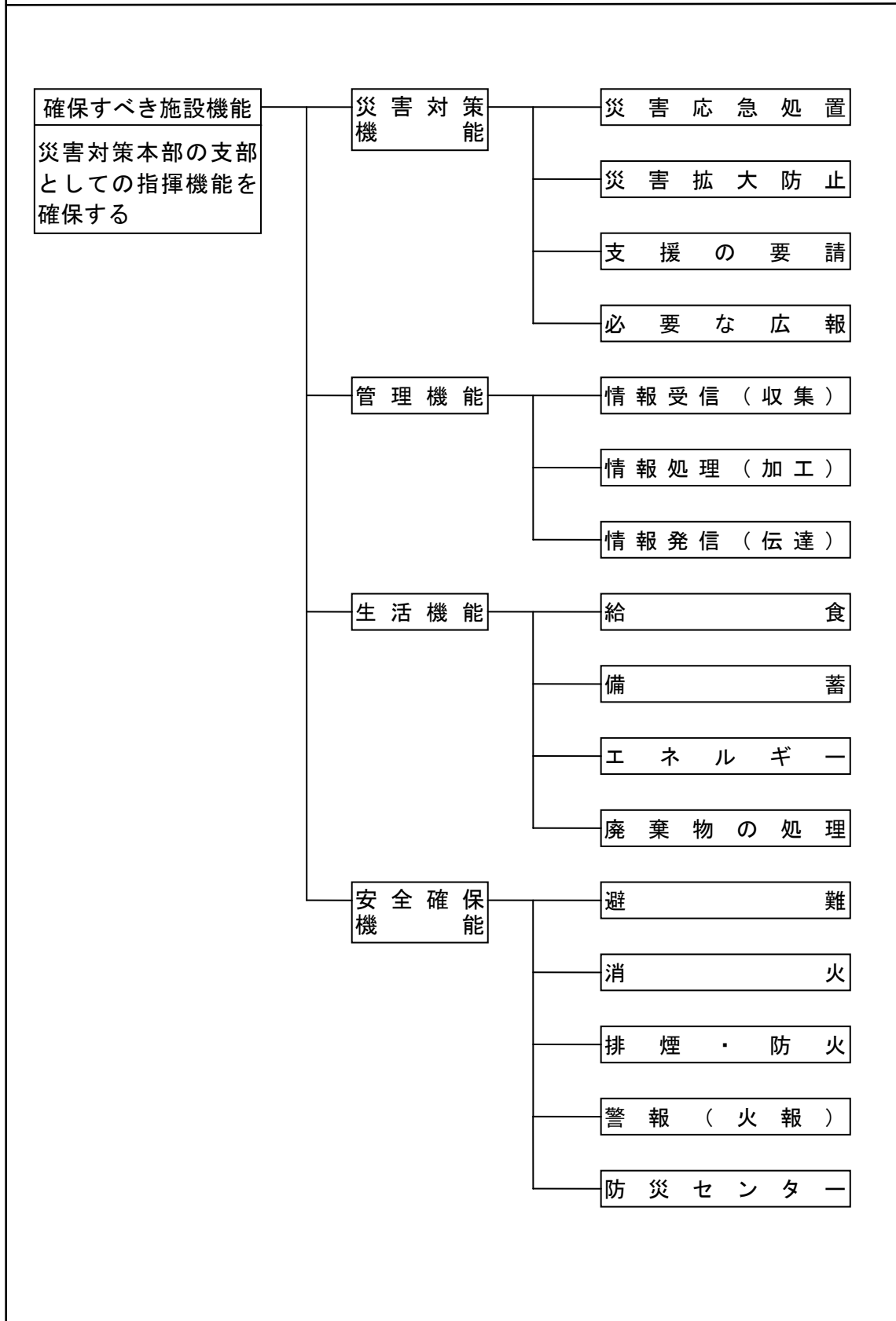



表２．１－２　病院において災害時に確保が期待される機能

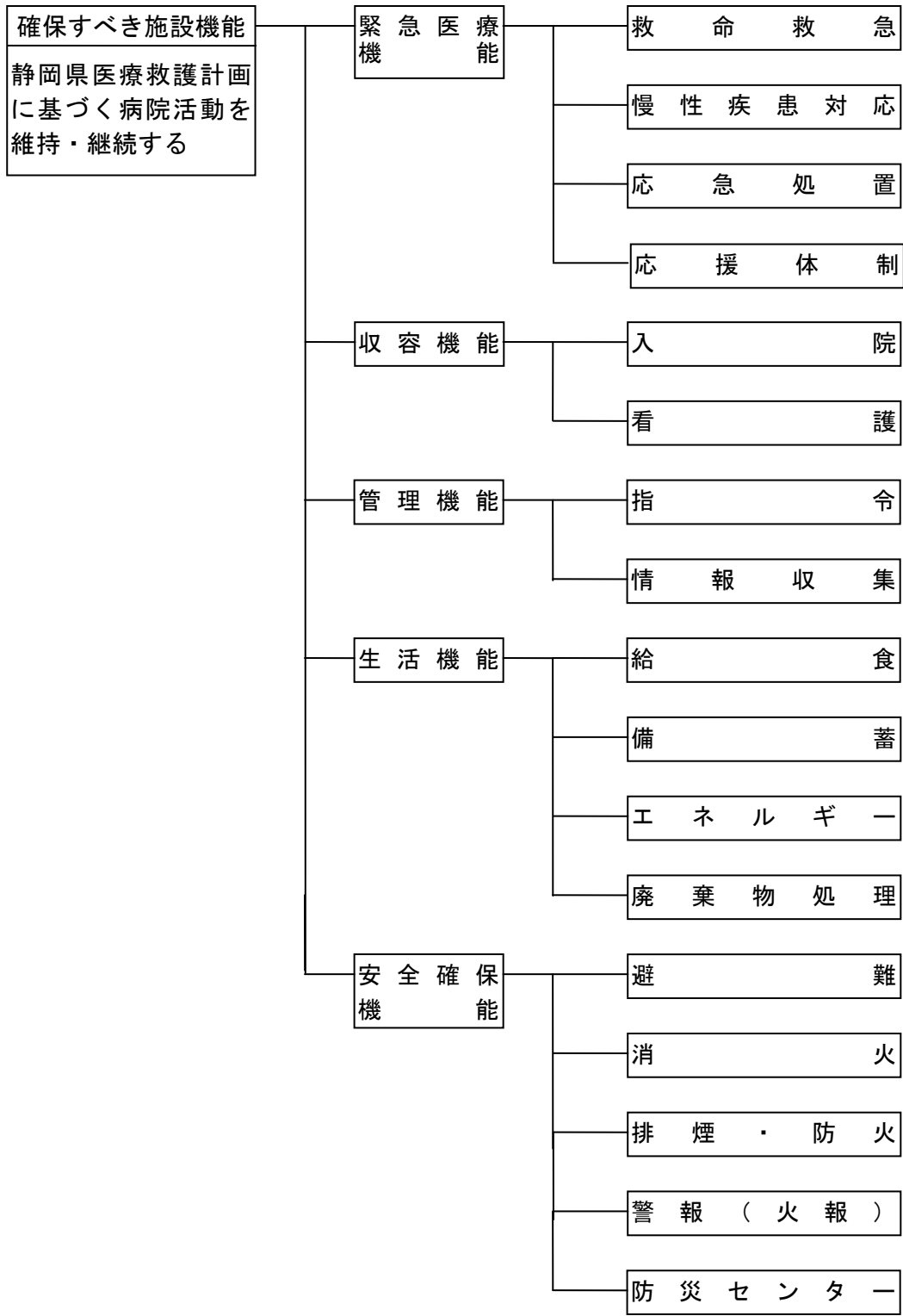



表２．１－３　保健所において災害時に確保が期待される機能

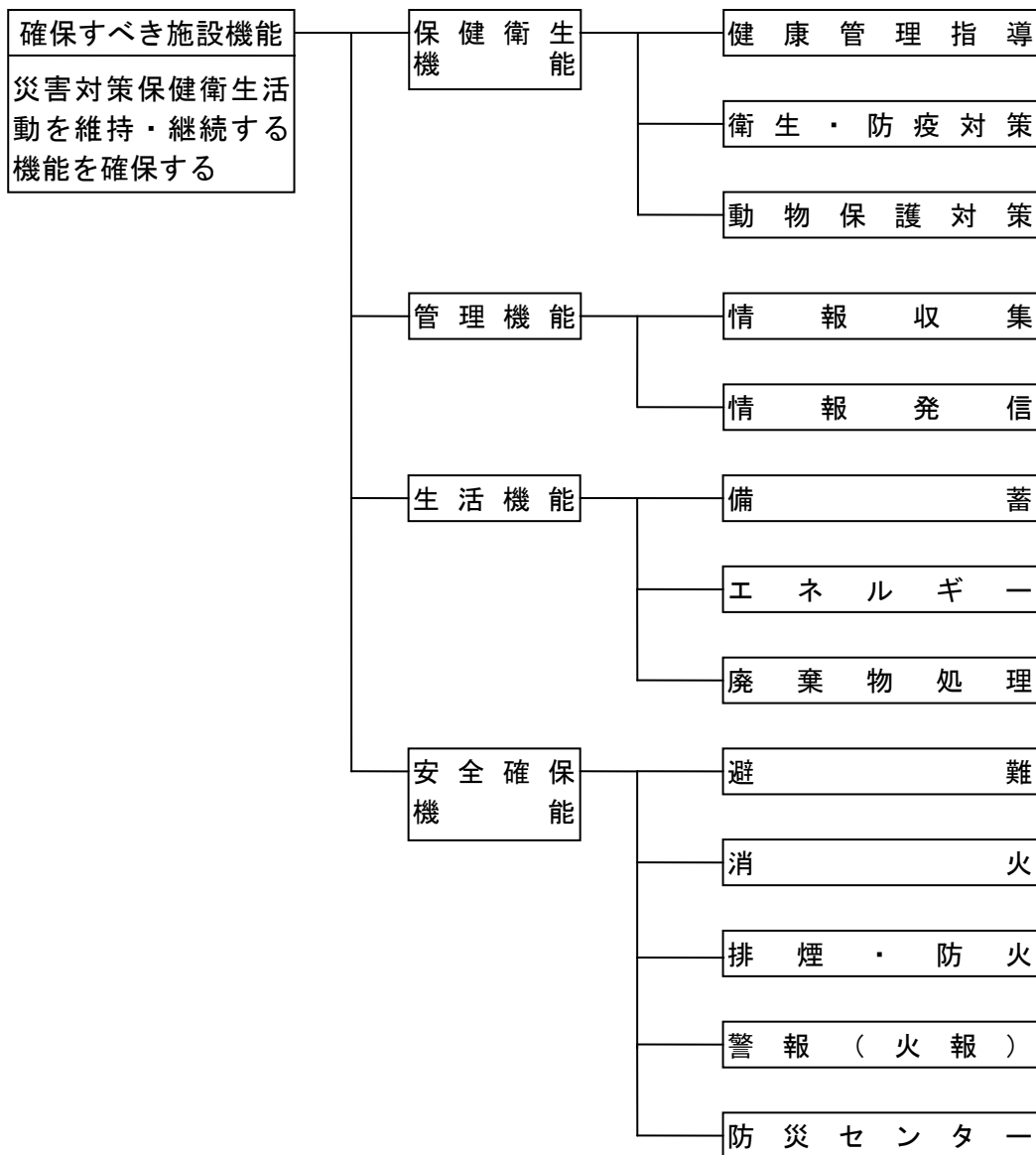



表２．１－４　警察施設において災害時に確保が期待される機能

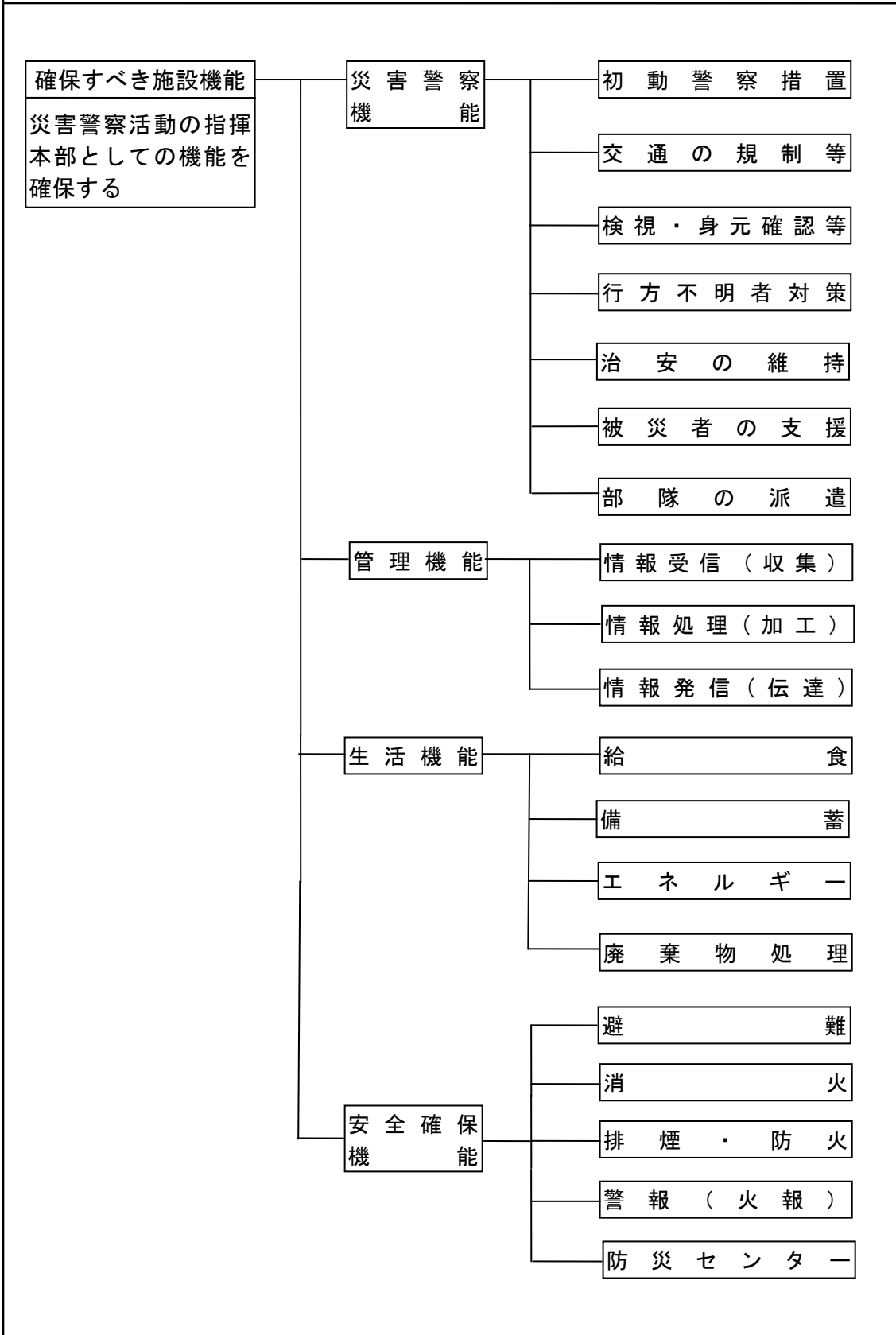
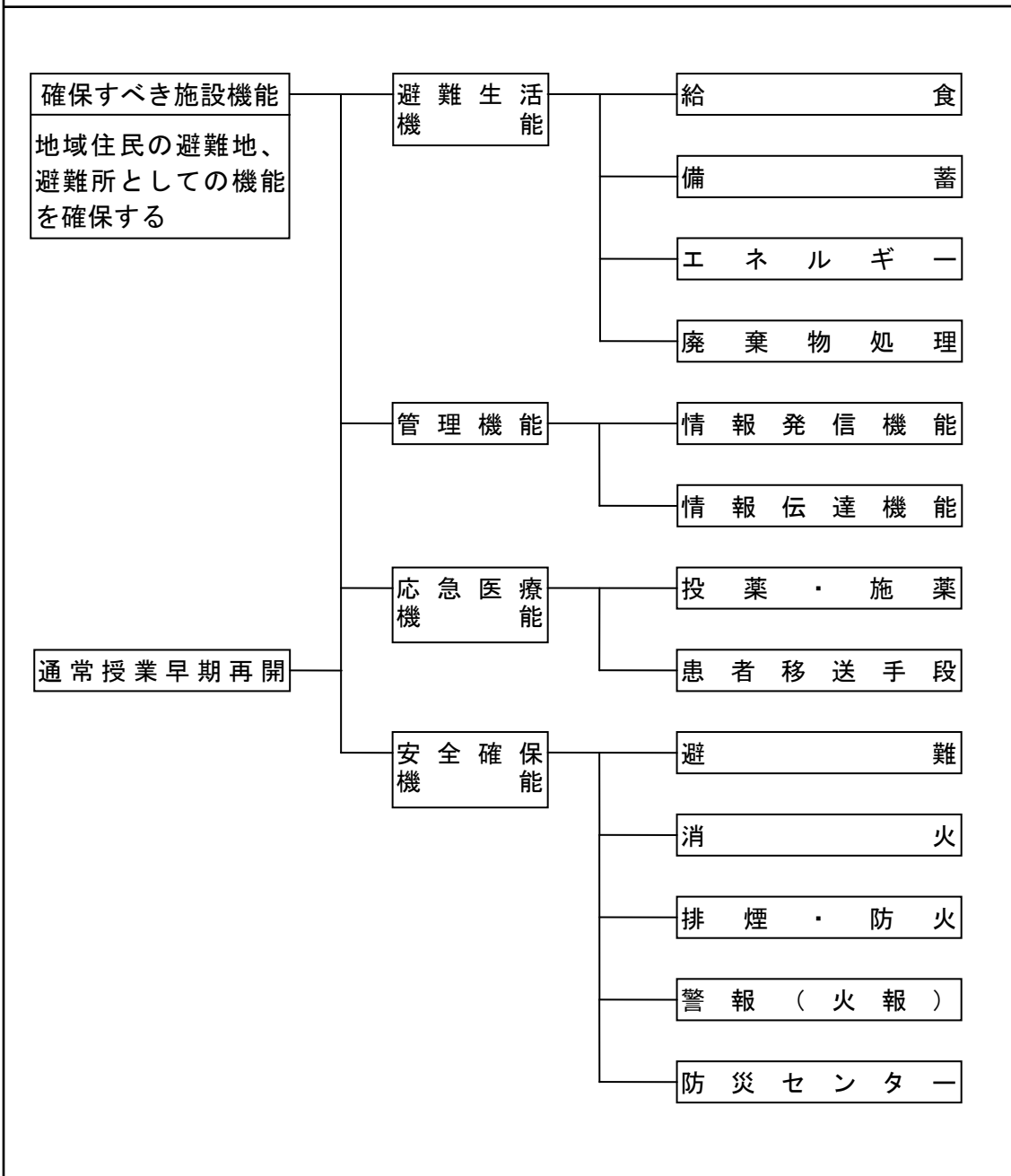



表２．１－５　学校において災害時に確保が期待される機能

第３章　設備機能確保

３．１　設備機能確保グレードの考え方

防災拠点等において災害時に必要な設備機能の確保を図る際、設備機能の必要性の程度を考慮し、設備機能確保の目標として設備機能確保グレードＧＳ、同ＧＡ、同ＧＢがある。

地震を対象とする場合には設備耐震グレードＧＳ、同ＧＡ、同ＧＢを、津波に対しては設備対津波グレードＧＳ、同ＧＡ、同ＧＢを設定する。

（１）設備機能確保グレード

設備機能確保グレードは災害による被害防止と設備機能確保の要求レベルを表すもので、重要度の高いものから設備機能確保グレードＧＳ、同ＧＡ、同ＧＢとする。表３．１－１に設備機能確保の概要を示す。

表３．１－１　重要設備の設備機能確保グレードと付加措置選定要件

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">設備機能確保
グレード</th><th>耐震クラスの適用</th><th colspan="2">設備機能確保</th><th rowspan="2">付加措置選定要件</th></tr>
<tr><th>浸水防止ラインの適用</th><th>設定要件</th><th>継続期間</th></tr>
<tr><td rowspan="2">ＧＳ</td><td>設備耐震グレードＧＳ</td><td>耐震クラスＳ</td><td rowspan="2">災害後にも機能確保を図る設備は全体の50～75％程度。</td><td rowspan="2">3日間或いは相当期間</td><td rowspan="4">災害による損傷を最小限に抑え、重要設備の一部に軽微な被害があっても、またライフラインの途絶を前提に不測の事態を想定し、適切な付加措置の選定と応急復旧措置とにより目標とする設備機能確保を図る。</td></tr>
<tr><td>設備対津波グレードＧＳ</td><td>浸水防止ラインより上階に設置</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ＧＡ</td><td>設備耐震グレードＧＡ</td><td rowspan="2">同上</td><td rowspan="2">災害後にも設備機能確保を図る設備は全体の 10～50％程度。</td><td rowspan="2">数時間から3日間程度</td></tr>
<tr><td>設備対津波グレードＧＡ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ＧＢ</td><td>設備耐震グレードＧＢ</td><td>耐震クラスＢ</td><td rowspan="2">災害に対する設備機能確保は法的及び標準仕様書同等レベルとし、設備はとりあえず使用できなくてもよいものとする。</td><td rowspan="2">―</td><td rowspan="2">一般的建物と同様、積極的な付加措置の選定は行わないが、運用体制の強化により、早期の復旧を図る。</td></tr>
<tr><td>設備対津波グレードＧＢ</td><td>設備は可能な限り上階層階に設置</td></tr>
</table>

注：①付加措置は、当該施設の特性から下記の項目を選定する。
- ・設備の代替設備　（α）
- ・設備システム強化（β）
- ・耐震支持強度強化（γ）

②耐震クラスは、建築設備の耐震対策の基本となるもので「建築設備耐震設計・施工指針 2005 年度版」（一財）日本建築センター発行（以下、「建築センター指針」という。）に規定されている。

③設備耐震・対津波グレードＧＳやＧＡとした場合でも、軽微な被害は予測されることから災害後を想定した運用体制や日常訓練、応急復旧体制を整えておくことは必要である。

④設備機能確保グレードＧＢでも災害時を想定した運用体制や日常訓練、応急復旧体制を整えておくことが望ましい。

重要設備の機能確保を図る設定は施設特性により設定するが、ライフライン途絶を前提に必要最小限の質と量にすることが基本である。したがって、その供給内容は災害後の要求に合わせ供給エリアの制限なども検討する必要がある。

当該施設の災害時の社会環境からの要求状態と災害状態から状況に応じた措置が必要となる。

①設備耐震グレード

地震に対する設備機能確保の要求レベルを表すもので、重要度の高いものから設備耐震グレードＧＳ、同ＧＡ、同ＧＢとする。

設備耐震グレードＧＳ、ＧＡでは当該施設の特性から地震対策に必要な重要設備の機能確保への信頼性向上に寄与するに必要な付加措置を選定する。

設備耐震グレードＧＢでは一般施設と同レベルとして機能確保に寄与する付加措置を積極的に選定しない。

②設備対津波グレード

対津波に対する設備機能確保の要求レベルを表すもので、重要度の高いものから設備対津波グレードＧＳ、同ＧＡ、同ＧＢとする。

設備対津波グレードＧＳ、ＧＡでは当該施設の特性から対津波対策に必要な重要設備の機能確保への信頼性向上に寄与するに必要な付加措置を選定する。

設備対津波グレードＧＢでは立地条件に配慮した一般施設と同程度の内容とする。

（２）重要度による耐震クラス

耐震クラスは、各種設備の重要度などから構造躯体に緊結する耐震支持部材強度を耐震クラスＳ、同Ａ、同Ｂに区分けして標準設計震度として設定している。なお、一般的な建築設備では耐震クラスＢである。耐震クラスＳは阪神・淡路大震災の後で付け加えられたもので、同大震災の被害状況から重要設備をより強化する目的で、従来の耐震クラスＡと同Ｂに加えられた。

［参考資料Ｉ参照］

（３）設備機能確保グレードと耐震クラス

耐震クラスは耐震対策の基本となるもので、設備機器や配管などを建築構造躯体に緊結する耐震支持部材強度や設備の重要性を考慮して、耐震クラスＳや同Ａ、同Ｂに区分けするものである。設備耐震グレードには、耐震クラス以外にもシステム的に信頼性向上を図るものが含まれる。地震力による損傷の低減化が期待できる機器などのユニット化や空冷化、一部配管に損傷を生じても設備機能確保を図るなどを目的とした配管の二重化、機器の複数台設置、その切り替え配管、継続的に機能確保を図るエネルギーや水の確保対策などがあり、

当該施設の設備機能確保の目標から設定する。なお、防災拠点等では設備機能確保を図る目的から地震力により損傷しないことが基本であり、設備機能確保グレードＧＳ、ＧＡでは耐震クラスＳを基本とする。防災拠点等でも需要度が低い設備や設備機能確保に積極的な対策を行わない施設においては、設備機能確保グレードＧＢでは耐震クラスも一般建物と同等の耐震クラスＢを選定する。

（４）設備機能確保グレードと付加措置の選定

災害後の設備機能確保を図るには、設備の損傷を防止する機器や配管の損傷を防止する対策と、最小限の損傷が生じても設備システム的対応で設備機能確保を図れる対策、さらにライフラインの途絶があっても想定期間について設備機能を供給できる対策が必要である。

それらに必要な措置として付加措置があり、施設の特性に合わせて選定して設備機能を確保する。

（５）関連設備

設備機能を確保するためには、機器本体に加えてポンプや制御など付属設備が必要である場合が多い。また、設備機能確保を図るにはエネルギーや水の供給も必要であり、給油口や給水口なども付属設備に位置づけられる。

これら各設備の稼働に必要な付属設備をここでは「関連設備」と称しているが、これらは機器本体などと同一階にない場合もある。設備システムとして機能確保するためには、機器本体に加えて関連設備も重要となる。

３．２　津波高さの用語・定義と津波被害

レベル１の津波被害はもとより、レベル２に対しても津波発生時に重要設備の機能確保が可能であることを目標とする。津波による浸水被害を受けない高さは「浸水防止ライン」であり、重要設備はそれ以上の高い階に設置する。しかし、重要設備を長時間継続して稼働するにはエネルギーや水などの供給が必要であり、それら関連設備を含めての対策が必要である。

（１）津波高さの用語と定義

表３．２－１に津波高さの用語と定義を示す。津波による浸水がない高さとされるのは「想定浸水深」に建物による津波のせき上げを見込んだ「基準水位」である。重要設備は「浸水防止ライン」以上の高い階に設置することにより直接的被害防止を図ることが可能である。

表３．２－１　津波高さの用語と定義

用語	定義
レベル１の津波	発生頻度が比較的高く、発生すれば大きな被害をもたらす津波
レベル２の津波	発生頻度は極めて低いが、発生すれば甚大な被害をもたらすあらゆる可能性を考慮した最大クラスの津波
想定浸水深	津波防災地域づくり法第 8 条に規定する津波浸水想定
基準水位	同法第 53 条第 2 項による津波浸水想定に定める水深に係る水位に建築物等への衝突による水位の上昇を考慮して必要と認められる値を加えて定める水位であって、津波の発生時における避難等の基準となるもの
浸水防止ライン	業務継続に最低限必要な活動拠点室等があり浸水防止が必要な階のうち最下階の床高

注

①想定浸水深は、静岡県が「津波防災地域づくり法第 8 条に規定する津波浸水想定」を平成 25 年 11 月に設定し公表しているが、一部地域について未公表であるため、本ガイドラインでは、全市町分を公表している「静岡県第 4 次地震被害想定」による。

②基準水位は、「津波防災地域づくり法第 53 条第 2 項」による。

③津波被害を防止するには、基準水位より上階に浸水防止ラインを設定する。

（２）津波による設備機器への被害

津波被害も二つあり、重要設備などが浸水した場合の直接的被害と、重要設備や関連設備が浸水による被害を受けて重要設備が稼働できなくなる事態となる間接的被害がある。

前者は浸水がなければ被害はないが、後者への対策は難しい。関連設備でも備蓄設備は浸水防止ライン以上の高い階に設置することは可能であるが、緊急支援を受け易くする給水や給油、電源の受け入れ設備や輸送設備などは 1 階近傍に設置されることが多いので、1 階近傍が浸水防止ラインより低い高さである場合には防水仕様などにする必要性がある。

３．３　設備機能確保に寄与する付加措置の選定

防災拠点等において災害後に確保が期待される機能に必要な設備機能確保に寄与する付加措置を、当該施設の重要性と特性を考慮して選定し、設備機能確保を図る。

表３．３－１に災害による被害を最小限におさえ、設備機能確保に寄与する付加措置の分類と具体策を示す。

表３．３－１　設備機能確保に寄与する付加措置の分類と具体策（α、β、γ）

<table>
<tr><th>記号</th><th colspan="2">耐震・対津波付加措置の分類</th><th>付加措置の具体策</th></tr>
<tr><td>α</td><td rowspan="2">設備耐震措置及び設備対津波措置に共通する付加措置</td><td>代替設備、応急設備
（主に日常使用しない外部から緊急支援を受けて機能確保を図る対策）</td><td>①電源車や給水車、②可搬型機器や応急対応機器、③代替プロパンガスボンベ、④マンホールトイレなど</td></tr>
<tr><td>β</td><td>設備システム強化、
備蓄や補給設備
（設備システムにより機能確保の信頼性を高める対策）</td><td>①法規制以外の発電機設備、②二重化や予備機の設置、③空冷式など自立型機器、④太陽光発電利用対応、⑤備蓄や補給など</td></tr>
<tr><td rowspan="2">γ</td><td>設備耐震措置</td><td>機器や配管を構造躯体に緊結する支持強度の強化と変位追従性の確保
（特別注文仕様などによる耐震支持力の強化など）</td><td>①機器本体の耐震強度強化、②機器支承部の耐震強度強化、③機器支持部材の強度強化など、④配管などの支持部材と支持方法の強化</td></tr>
<tr><td>設備対津波措置</td><td>関連付属設備を含めた重要設備の浸水防止対策
（重要設備を浸水防止ライン以上の高い階に設置。1階近傍の関連設備の被害防止策や防水化）</td><td>①関連設備を含む重要設備は浸水防止ライン以上の高い階に設置。
②１階近傍に設置せざるを得ない重要設備関連設備は、機器本体及び付属品、配線、運転制御盤や手元盤などを含めて防水仕様とする。
③浸水時の排水と障害物の除去など、維持管理技術の高度化</td></tr>
</table>

３．４　ライフライン途絶時の対策

設備機能確保を図る対策は、ライフラインの途絶を前提に行う。設備機能確保の計画は、当該施設特性と設備特性、さらに設備機能確保の継続期間などを考慮した備蓄に加えて、必要により緊急支援を受けられる対策をとる。

防災拠点等での設備機能確保は、ライフラインの途絶を前提とし、以下の対策を行う。

①施設の特性を考慮してその最低限要求される設備機能を必要期間について確保する。設備機能確保には当該設備が稼働するに必要なエネルギー（電力、ガス、石油等）と水、空気などが不可欠であり、これらの確保が必要となる。

これらは初期稼働用には備蓄により、備蓄が消費された後は緊急補給支援などにより確保するが、受け入れ設備の設置により容易な緊急補給支援を受けられるので、日常訓練と合わせて容易な支援を受けられることとする。

②建築基準法や消防法などによる火災対応の非常用発電設備の要否に関わらず、商用電源の途絶に備えて自家発電設備を設ける。

③給水や排水、特殊排水などの必要な備蓄や排水槽などを備える。

第４章　設備機能確保対策

４．１　設備耐震対策

４．１．１　電気設備・機械設備共通の設備耐震対策

設備耐震グレードGSやGAを目指すには、機器や配管などの耐震支持を耐震クラスSで行う。また、耐震クラスと耐震支持や自重支持に関わらず、機器や配管の落下や移動を防止するために振れ止めを行う。

（１）1kN 以下の吊り機器類の落下防止を図る耐震支持

1kN 以下の軽量機器の支持方法については、建築センター指針で機器メーカーの指定する方法で確実に行えばよいとする、としている。しかし、機器メーカーが指定する方法を示している例は殆どない状態にあり、地震被害も多く生じていることから表４．１．１－１に示す方法で施工することとする。

表４．１．１－１　1kN 以下の吊り機器類の落下防止を図る耐震支持

<table>
<tr><th rowspan="2">鉛直吊りボルトの規定長さ</th><th colspan="2">耐震クラスＢ対応</th><th colspan="2">耐震クラスＳ及びＡ対応</th></tr>
<tr><th>0.1～0.25 kN</th><th>0.25～1.0 kN</th><th>0.1～0.25 kN</th><th>0.25～1.0 kN</th></tr>
<tr><td>0～0.4m 未満</td><td colspan="4">標準仕様書による</td></tr>
<tr><td>0.4～1.0m 未満</td><td>①Ｘ状 or 放射状全ねじボルト
②全ての斜材は45±20 度に締具で取付ける</td><td>①Ｘ状 or 放射状全ねじボルト
②全ての斜材は45±15 度に締具で取付ける</td><td colspan="2">①Ｘ状 or 放射状全ねじボルト
②全ての斜材は 45±15 度に締具で取付ける</td></tr>
<tr><td>1.0～1.5m 未満</td><td colspan="3">①Ｘ状 or 放射状全ねじボルト
②全ての斜材は 45±15 度に締具で取付ける</td><td rowspan="2">鋼製架台にて吊りボルト規定長さを 1.0m 以下にする</td></tr>
<tr><td>1.5m 以上</td><td colspan="3">鋼製架台にて吊りボルト規定長さを 1.5m 以下にする</td></tr>
</table>

注意

①吊りボルトの規定長さとは、床スラブや鋼製架台などの吊り元と防振装置を含む機器吊り元位置との長さをいう。

②Ｘ状ブレースで取付け角度がとれない場合には、放射状ブレースや鋼製架台などを用いる。

③0.1～0.25kN の汎用品の照明器具や視聴覚機器は、鉛直吊りボルトに加えて斜材ボルトや落下防止ワイヤーなどで対応してもよい。［図４．１．１－３参照］

④0.1kN 未満の器具などは天井部材に固定し、更にワイヤーなどで落下防止をすることでもよい。

⑤吊りボルトの機器吊元貫通部は二重ナットで十分に固定する。開口が丸穴以外の場合には脱落防止金具などの利用も検討する。

〔機能確保を図る標準的方法　１　〕

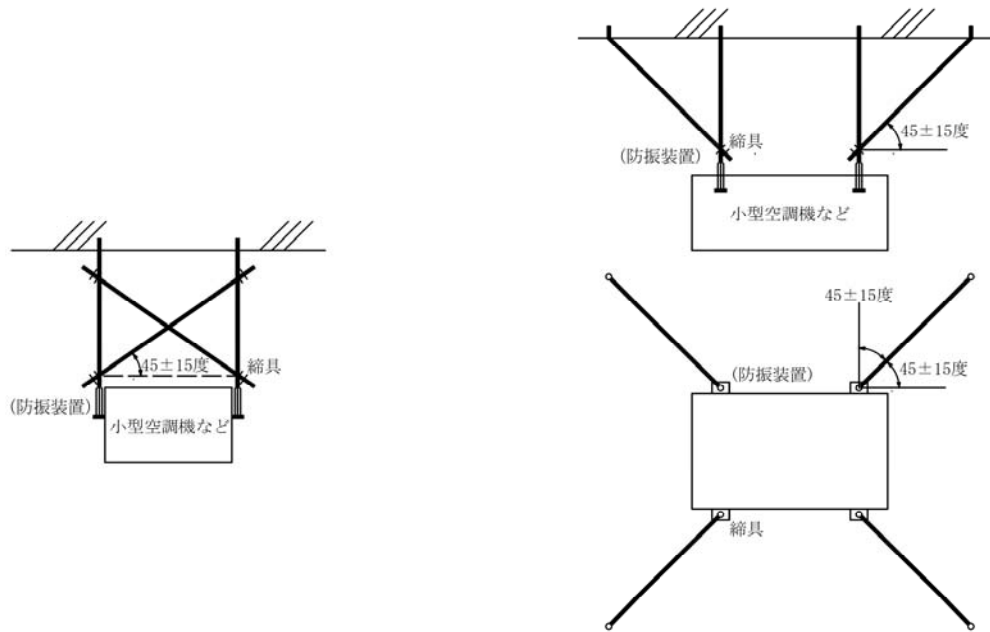



図４．１．１－１　X状ブレースの例　　図４．１．１－２　放射状ブレースの例

〔機能確保を図る標準的方法　２　〕

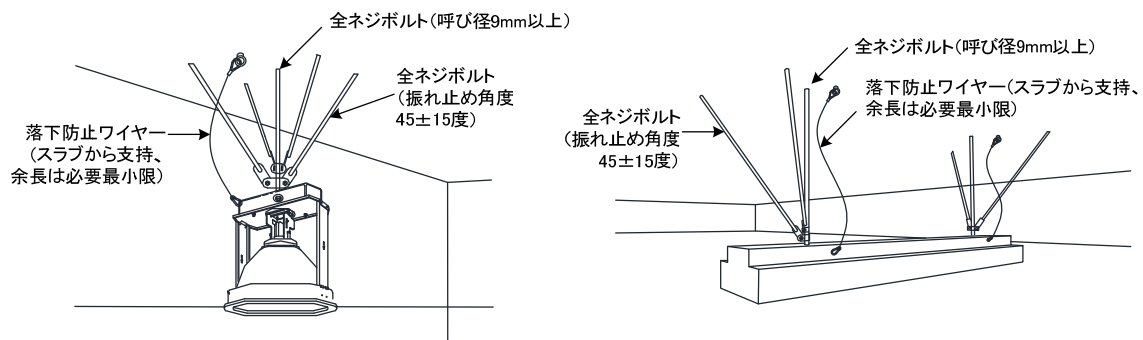



図４．１．１－３　0.1～0.25kN で吊り長さ 1.5m 以上の照明器具の支持方法の例

（２）横引き配管などの支持

１）横引き管などの耐震支持

表４．１．１－２ に横引き管の支持を示すが、標準的な支持方法に比べて強化している。

①耐震支持材強度と形状は標準的対策と同じであるが、S_A種又はＡ種を用いる横引き配管は支持部材の上側に配置してＵボルトなどで固定することを基本とする。

②横引き主管及び同主ダクト、同ケーブルラックの末端では末端から 1m 近傍に耐震支持をとる。

２）床上横引き配管の自重支持

①耐震クラスによらず床上配管の自重支持は図４．１．１－４に示す門型支持とする。

②耐震クラスによらず口径125Ａ以上の横引き配管の吊り自重支持は図４．１．１－５に示す鋼製部材利用の支持方法とする。

表４．１．１－２ 機能確保を図る横引き配管の吊り支持及び床上支持
（管軸直角方向の耐震支持の適用）

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">設置場所</th><th colspan="2">配管</th><th rowspan="2">ダクト</th><th colspan="2">電気配線など</th></tr>
<tr><th>設置間隔</th><th>種類</th><th>電気配線</th><th>ケーブルラック</th></tr>
<tr><td colspan="7">標準的対策で耐震クラスＡ・Ｂ対応</td></tr>
<tr><td colspan="2">屋上配管</td><td>配管の標準支持間隔の2倍以内（但し銅管の場合には3倍以内）に1箇所設ける</td><td>門型Ａ種</td><td>ダクトの支持間隔の2倍以内1箇所Ａ種を設ける</td><td>電気配管の支持間隔12m以内に1箇所、Ａ種を設ける</td><td>ケーブルラックの支持間隔 8m 以内に1箇所、Ａ種を又はＢ種を設ける</td></tr>
<tr><td rowspan="3">吊り配管</td><td>上層階屋上塔屋</td><td rowspan="3">配管の標準支持間隔の3倍以内（但し銅管の場合には4倍以内）に1箇所設ける</td><td rowspan="3">Ａ種</td><td rowspan="3">ダクトの支持間隔約 12m 以内に1箇所Ａ種又はＢ種を設ける</td><td rowspan="3">電気配線の支持間隔12m以内に1箇所Ａ種又はＢ種を設ける</td><td rowspan="2">ケーブルラックの支持間隔 8m 以内に1箇所、Ａ種又はＢ種を設ける</td></tr>
<tr><td>中間階</td></tr>
<tr><td>地階
1階</td><td>ケーブルラックの支持間隔12m以内に1箇所、Ａ種又はＢ種を設ける</td></tr>
<tr><td colspan="7">標準的対策で耐震クラスＳ対応</td></tr>
<tr><td colspan="2">屋上配管</td><td>配管の標準支持間隔の2倍以内（但し銅管の場合には3倍以内）に1箇所設ける</td><td>門型S_A種</td><td>ダクトの支持間隔の2倍以内に1箇所S_A種を設ける</td><td rowspan="2">電気配管の支持間隔12m以内に1箇所、S_A種を設ける</td><td rowspan="2">ケーブルラックの支持間隔 6m 以内に1箇所、S_A種を設ける</td></tr>
<tr><td rowspan="3">吊り配管</td><td>上層階屋上塔屋</td><td rowspan="3">配管の標準支持間隔の3倍以内（但し銅管の場合には4倍以内）に1箇所設ける</td><td rowspan="2">S_A種</td><td>ダクトの支持間隔 12m 以内に1箇所S_A種を設ける</td></tr>
<tr><td>中間階</td><td rowspan="2">ダクトの支持間隔 12m 以内に1箇所Ａ種</td><td rowspan="2">電気配線の支持間隔12m以内に1箇所Ａ種を設ける</td><td rowspan="2">ケーブルラックの支持間隔 8m 以内に1箇所、Ａ種を設ける</td></tr>
<tr><td>地階
1階</td><td>Ａ種</td></tr>
<tr><td colspan="7">注 ①耐震クラスによらず、横引き主管及び同主ダクト、同ケーブルラックの末端約 1m付近に耐震支持をとる。
②電気配線、ケーブルラックは（ｉ）軸方向も耐震支持する。（ii）次のものは本表から適用を除外する。φ82 以下の単独電線管、周長 80 ㎝以下の電気配線、定格電流 600Ａ以下のバスダクト、巾 40 ㎝未満のケーブルラック、吊り長さが 20 ㎝以下のもの。
③20A 以下の配管、周長 1.0mのダクトは適用を除外する。</td></tr>
</table>

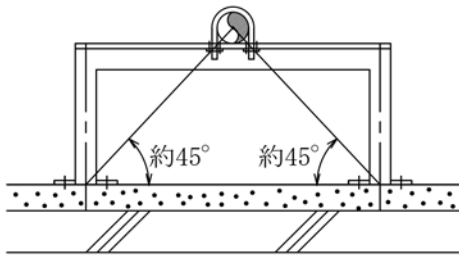



図４．１．１－４
床上自重支持基礎の例

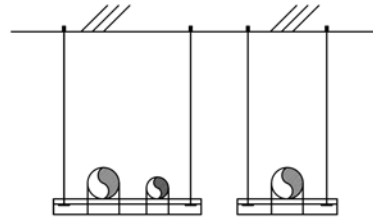



図４．１．１－５
125Ａ以上の自重吊り支持の例

参考として表４．１．１－３に横引き配管の耐震支持部材の強度と形状とを示す。

表４．１．１－３　横引き配管類の耐震支持部材の強度と形状

	耐　震　支　持　部 材		
	S_A種	Ａ種	Ｂ種
支持部材強度	1.0 倍	0.6 倍	0.6 倍
形　　　状	形鋼	形鋼	引張り材

注：支持部材強度の値は保温材などを含む全配管重量の倍数である。
出典：建築設備検査資格者講習会テキスト（一財)日本建築設備・昇降機センター

４．１．２　電気設備の設備耐震グレードに応じた付加措置

設備耐震グレードＧＳやＧＡを設定する場合に設備機能確保に寄与する付加措置を示す。当該施設に適した付加措置を適切に選定する。

（１）代替設備、応急設備　（α）

防災拠点等においては、大地震時における電気設備の不測の事態にも備えた代替設備・応急設備を用意し、機能確保を図る。

以下に諸方策を記すが、施設で求められる機能に応じたものを適用する。

１）受変電設備　（α）

①商用電源の代替となる電源車の用意

高圧発電装置搭載の電源車を用意し、建物側に接続部を対応する。

商用電源、自家発電源が双方とも供給不能になった場合の対策として隣接する複数の防災拠点をグループ化し、グループ内のいずれかの施設で不測の事態に陥った場合に使用する共用の移動用高圧電源車を用意する。高圧電源車の電源容量は 500kVA や 750kVA であり、大きくても一般的なものは 1000kVA までであり、軽油燃料で、搭載タンクでの供給可能時間は定格負荷で通常は３時間程度である。

高圧電源車を用意できる場合、高圧電源車の停車場所（容量によるが、幅３～4m、奥行き 7～10m、高さ 4m 程度のスペース、8～20ton の耐重量）を確保し、建物側の高圧接続点（通常は高圧母線）の対応として受電用遮断器や発電機回路遮断器とインターロックされた予備の高圧遮断器を設置する。高圧電源車の接続点を建物壁面の専用高圧盤などに電気室と離して設ける場合は、両場所間に拡声式インターホンを設置して作業の安全等に配慮する。

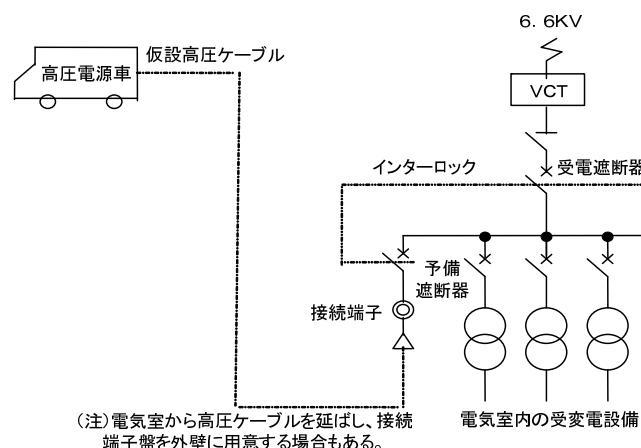



図４．１．２－１　高圧電源車の接続回路例

施設規模により、高圧でなく低圧の電源車で容量が足りる場合は、低圧電源車の接続対応とすることもできる。一般に低圧電源車は中・小型車からあり電

源容量は単相～150kVA 程度、三相～375kVA 程度、燃料は小型ではガソリン、大きくなると軽油となり、搭載タンクによる供給可能時間は定格負荷で最大 6 時間程度までが一般的であるので、施設で必要な機種を調達できるよう計画する。

但し地震直後に低圧電源車を調達することは難しく、道路状態によっては施設に至れない場合があることを考慮して採否を決定する。

なお低圧電源車の対応を計画する場合は、停車場所として幅 3～4m、奥行き 6～7m、高さ 3m 程度のスペース、6～7ton の耐荷重の確保を目安に検討する。

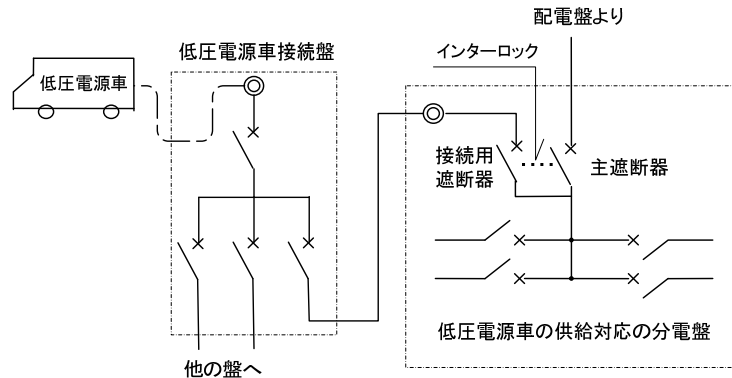



図４．１．２－２　低圧電源車の接続回路例

②ヒューズ類の予備

受変電設備の高圧電力ヒューズや低圧ヒューズ類は不測の事態に備え、予備品を備蓄しておく。数量は施設の規模などから適宜判断する。

２）自家発電設備　（α）

①可搬型発電装置の用意

自家発電装置の燃料切れや不測の停止となった場合の最重要負荷への応急対応として、或いは急に予想外の場所で発電機負荷が必要になったときに備え、可搬型低圧発電装置（可搬型蓄電池を含む）を建物内に用意しておく。可搬型低圧発電装置の種類を以下に例示するが、容量、台数は施設の特性により適宜選定する。室内や換気の悪い所では使用できないものは、屋外か屋上での使用が前提になることに留意する。また燃料の備蓄は危険物の規制を受けるので事前に官公署への確認が必要である。

（イ）ガソリン燃料によるもの

無鉛ガソリン燃料の可搬型低圧発電装置を使用する場合、下記はほんの一例であり様々な機種があるので、各施設で非常時の使い方を想定して機種を選定する。

（例 1）単相 100V・2kVA 出力、搭載タンクで 8～10 時間運転可能、
本体寸法 W45cm×L60cm×H45cm、重量 45kg

（例 2） 三相 200V-4kVA・単相 100V-500VA 出力、搭載タンクで 5 時間程度運転可能、本体寸法 L70cm×W55cm×H50cm、重量 80kg

（ロ） ガス燃料によるもの

一般に市販されている可搬型発電装置はガソリン燃料であるが、その安全性や地震後の入手性を問題視する場合は、LPG ボンベ燃料の可搬型発電装置がある。

（例 1） 10 ㎏ガスボンベで最大出力 2.2kVA（100V）までの電気機器を約 10 時間使用可能、本体寸法 W550×L500×H600mm、重さ 60kg 程度。

（例 2） 50kg のガス容器を用い 900VA（100V）を 100 時間使用可能、本体寸法 W250×L450×H400mm、重さ 15kg 程度。

（ハ） カセットこんろ用ボンベを使用するもの

（例） エアゾール式（液化ブタンガス）カセットボンベ 250g2 本で最大出力 900VA（100V）までの電気機器を約 2 時間使用可能、本体寸法 W400×L300×H550mm、重さ 20kg 程度。

なお可搬型低圧発電装置は、屋外の必要場所に移動させてコードリールとケーブルタップにより負荷への供給を行うほか、自家発電装置のバックアップ用として接続端子を分電盤・制御盤の母線に用意する。逆送電による危険防止のため必ずインターロックされた遮断器又は非連系（非オーバラップ）型の双投形電磁接触器（MCDT）を設置する。

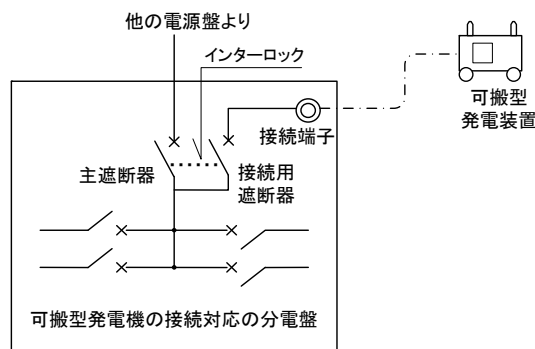



図４．１．２－３　可搬型発電装置の使用方法例

接続する分電盤は、専用分電盤（低圧電源車の接続回路例の分電盤）とするか、他の負荷と共用の分電盤として負荷制限選択のため分岐遮断器を色分け表示及び負荷容量合計値表示して発電装置容量に整合した送電を行う方法もあるので施設の内容に応じて検討する。

なお、3 相 4 線式の移動用発電装置の場合で、単相負荷又は単相 3 線負荷に供給する場合には、発電装置がそれぞれ 1／3、2／3 容量能力となることに留意する。

（ニ）蓄電池によるもの（室内使用対応）

室内で使用する場合は、可搬型の蓄電池装置を用意する。下記に例を示す。日常時にもノートパソコンや UPS 付通信装置等のバックアップ電源として用いることができるが、可搬型発電装置に比べ高価となる。また放電してしまうと充電時間は 8 時間以上を要する。

（例 1）最大出力 1.5kVA（100V）、蓄電容量 5kWh、1kW 負荷で約 5 時間分、本体寸法 W250×L650×H650mm、重さ 65kg 程度。

（例 2）最大出力 0.5kW（100V）、蓄電容量 0.36kWh、100W 出力で約 3 時間分、本体寸法 W180×L270×H400mm、重さ 15kg 程度。

３）幹線設備　（α）

①仮設用ケーブルの備蓄

電力ケーブル類は余長と可とう性により被害を受けることが少ないが、万一損傷を受けた場合の応急用としてケーブルを、施設の規模などから適宜判断して備蓄しておく。

４）照明設備　（α）

①仮設照明器具の用意

不測の事態で商用電源と自家発電電源の両方が途絶した場合或いは発電機回路のない場所で照明が必要になった場合などに備え、可搬型の太陽光発電・蓄電池付 LED 投光器など、仮設照明器具を施設の規模などから適宜判断して用意しておく。

５）電話・通信設備　（α）

①衛星通信・衛星電話の用意

防災拠点等では情報通信機能が不可欠である。有線回線の途絶対策或いは公衆網輻輳による不通対策として、衛星通信・衛星電話サービスに加入し、屋上アンテナや通信制御装置は実装し、平常時も使用することによって非常時のスムーズな運用に備える。大地震に備える場合、衛星通信系の設備対応の優先性は高いので、その導入を十分に検討する。

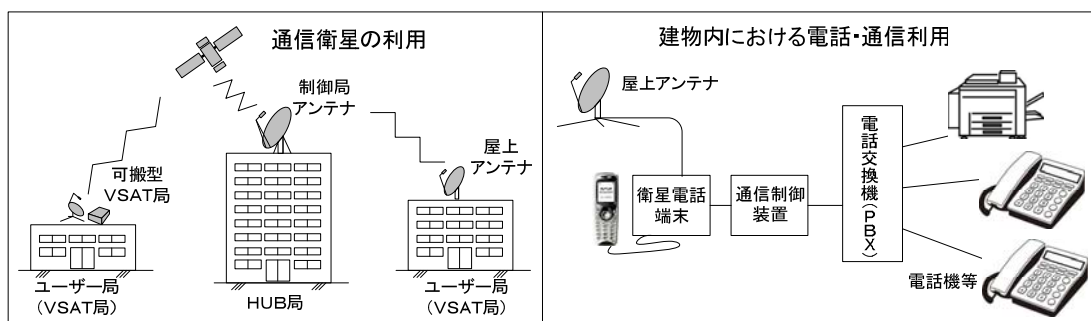



図４．１．２－４　衛星通信・衛星電話サービスの使用イメージ図

６）ＴＶ共同受信設備　（α）

①携帯受信機の用意

テレビ共同受信設備の回路被害があった場合に備え、情報収集用として電池式か手回し発電機付のラジオや携帯テレビ受像機を用意しておく。

７）防災設備（非常放送設備）　（α）

①可搬型拡声設備の用意

非常放送装置の被害があった場合に備え、館内や構内での拡声放送の代替としてハンドマイクや移動用 PA システムを用意する。

（２）システムの強化・備蓄　（β）

機器や配管の支持などの耐震対策だけでは設備機能確保グレードＧＳを得ることはできず、特に発電機運転のための燃料備蓄が必須である。そのほか地震時に備えた設備構成・システム上の対応を行うことも有効である。以下に諸方策を記すが、個々の施設で求められる機能に応じたものを適用する。

１）受変電設備　（β）

①異系統予備電源の引き込み

送配電系統や引き込み線路の局地的な被害への対策として、異なる変電所からの本線・予備電源受電とし、変電所からの経路及び構内の経路を別ルートで建物の別場所にて引き込む。ランニングコストとして予備電源分の電気料金が発生することに注意する。

②制御機器の無接点化

継電器は地震動による接点誤作動防止のため、可動機構による有接点方式を避け静止形とする。

２）太陽光発電設備　（β）

①自立運転機能付、蓄電池付の設備の設置

自立運転機能付、蓄電池付の太陽光発電設備を設ける。

常時は商用と系統連系し建物内に電力供給するが、商用停電時は防災拠点で必要な負荷に給電できるよう系統から切り離し、太陽光発電の自立運転を行う。夜間など発電出力が不足する場合は蓄電池から供給する。

【平常時】

太陽光が得られる時間は電力会社電源と系統連系し、建物内の負荷へ発電電力を供給する。

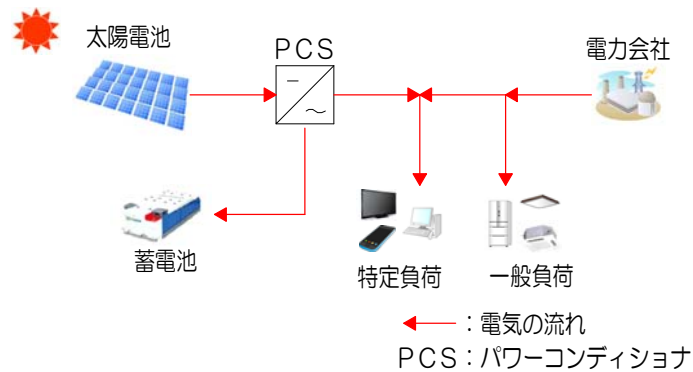



図４．１．２－５　蓄電池付太陽光発電設備の平常時の利用（１）

平常時の夜間は電力会社電源で蓄電池に充電を行う。

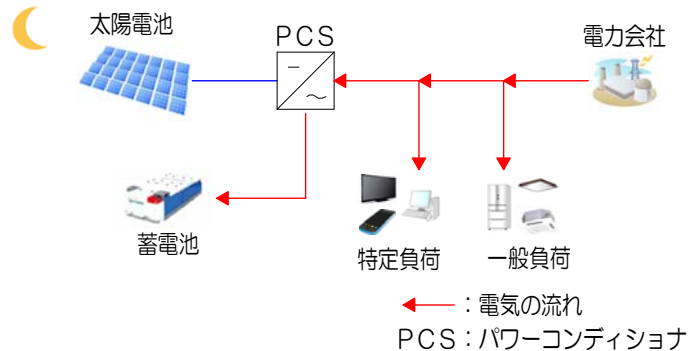



図４．１．２－６　蓄電池付太陽光発電設備の平常時の利用（２）

【電力会社側停電時】

太陽光による発電量が機能確保のための負荷に対して十分あれば、その負荷に供給しながら、蓄電池への充電も行う。

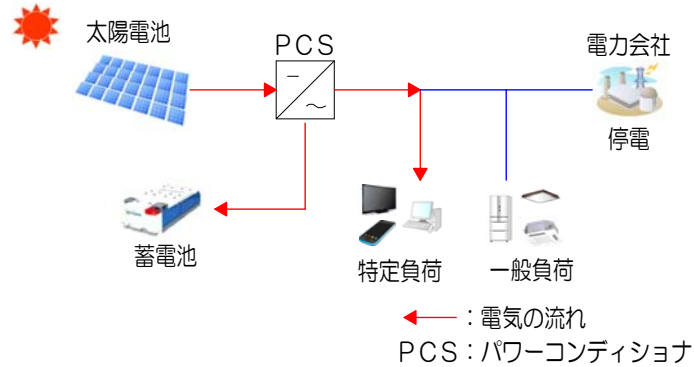



図４．１．２－７　蓄電池付太陽光発電設備の商用停電時の利用（１）

天候により太陽光発電の出力が機能確保のための負荷に対して不足する場合は、その不足分を充電してあった蓄電池から電力供給する。

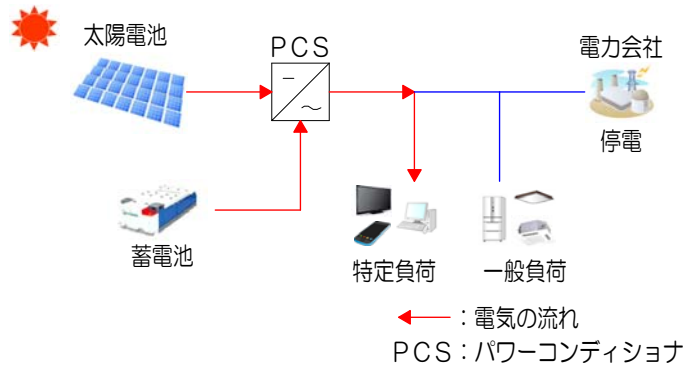



図４．１．２－８　蓄電池付太陽光発電設備の商用停電時の利用（２）

電力会社側停電での夜間対応は、充電してあった蓄電池容量により機能確保のための負荷に電力供給する。

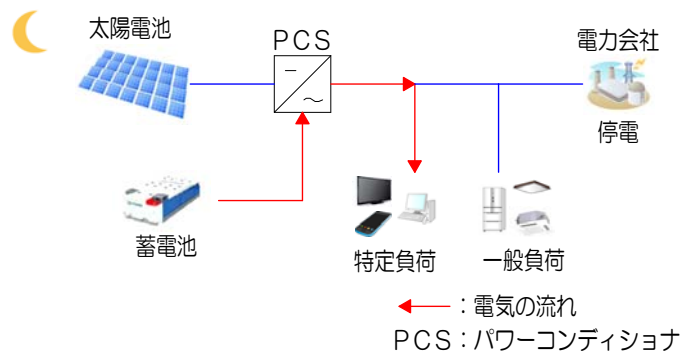



図４．１．２－９　蓄電池付太陽光発電設備の平常時の利用（３）

なお、この太陽光発電設備の災害時の利用方法については、以下がある。

（イ）自家発電機の負荷以外にも供給可能とする負荷を予め想定して電力供給可能とする方法

（ロ）自家発電機からの系統と太陽光発電設備からの系統を切り替えられるようにして自家発電機の燃料切れや不測の停止時のバックアップとして用いる方法

防災拠点等の計画では、自家発電機の負荷設定が予め行われ、その供給回路が構成されるので、（イ）の負荷とは特定の場所で急に必要となる可能性がある投光器や照明、テレビ受像機、携帯電話充電、冷暖房機への供給などが考えられるが、施設用途によりどのような負荷にどの場所で供給可能とするかを想定し、それらに供給する分電盤の位置と容量・回路数を決定する。（ロ）の負荷は自家発電機のバックアップであるので、例えば非常時通信用装置など、最重要負荷を選択することになる。

３）自家発電設備　（β）

①運転時間の設定と燃料の選択

商用電源が停電後、その復電の予測に合わせた自家発電設備の運転継続が可能な燃料を確保する。復電の時間予測を行うことは通常はできないと思われるので、過去の大地震での復電時間から、グレードＧＳの場合は 72 時間以上の連続運転が可能なよう燃料を備蓄する。非常用発電機としての仕様は「長時間形」或いは常用発電機のような連続運転仕様のものとする。

なお燃料を長期間備蓄することになるので、燃料の変質に注意した日常点検内容について記載した取扱説明書を作成する。

また燃料の選定は、広域障害時の石油精製プラントや道路等の被害、ガソリンスタンド等の燃料種別ごとの備蓄量などを考慮し、地震後の入手性から軽油或いは灯油とすることが考えられる。長期備蓄する燃料の安定性からは灯油が良いが、注文仕様になるので通常は軽油を採用する。なお大容量発電機の場合は危険物規制を考慮して選定する。

表４．１．２－１　原動機種別と使用可能な燃料

原動機種別	ディーゼルエンジン	ガスタービンエンジン
使用可能燃料	軽油、Ａ重油、灯油	Ａ重油、灯油、軽油、ガス
燃料消費量の例	150L/h 程度（500kVA、Ａ重油）	300L/h 程度（500kVA、Ａ重油）

ガスタービンエンジンは燃料消費量が多いため危険物規制からＡ重油を用いることが多く、中圧ガスの引込ができる地域では油とガスのデュアルフューエル発電機とする方法も検討項目となる。ディーゼルエンジンで灯油を使用する場合は準標準品の場合が多いので、製作前にその旨を伝える必要がある。

500kVA以下であればディーゼル発電機が多く使用される。例えばディーゼル発電機 300kVA の燃料消費量は 80L/h 程度であり、1 日の使用量は1,920L、72時間運転で6,000L程度となるので、軽油燃料とすると発電機室は危険物一般取扱所となり屋内タンク貯蔵所として危険物許可申請を取得することになる。

なお小容量の場合は許可申請を不要とできる。例えば 50kVA のディーゼル発電機であれば燃料消費量15L/h程度のため1日の使用量は360L程度、72時間運転で1,200L程度となり、燃料にA重油を使用すれば発電機室と室内併設の 72 時間分の燃料タンクの両方を足しても指定数量 2,000L 未満なので、少量危険物（1/5 以上～指定数量未満）となり危険物の許可申請不要となる。

表４．１．２－２　消防法で規制を受ける危険物貯蔵量

	危険物規制の指定数量	300kVA・80L/h の場合で、指定数量未満にできる運転可能時間（潤滑油やほかの危険物貯蔵量もあるので下記以下となる）
軽油	1,000L（第4類第2石油類）	1,000÷80＝約12.5時間
A重油	2,000L（第4類第3石油類）	2,000÷80＝約25時間
	一般取扱所（30倍まで）	屋上設置時（10倍まで）
軽油	1日の使用量30,000Lまで	1日の使用量10,000L⇒410L/hまで
A重油	1日の使用量60,000Lまで	1日の使用量20,000L⇒830L/hまで

但し消防法だけでなく、建築基準法の用途地域による危険物規制があるので、備蓄量に注意する。

表４．１．２－３　建築基準法における備蓄量の制限（地中タンクは除く）

用途地域	商業・近隣商業（10倍）	準住居地域（5倍）	準工業地域（50倍）
軽油	10,000L	5,000L	50,000L
A重油	20,000L	10,000L	100,000L

例えば消防法上は屋内タンク貯蔵所の上限は燃料種別によらず 20,000L だが、準住居地域で軽油を備蓄する場合の上限は 5,000L になる。よって5,000L以上の燃料を備蓄する場合は地下タンク貯蔵所とすることになる。

②負荷制限機能の付加

地震後の自家発電設備運転が長期間となり、燃料が不足して来た場合の対応は以下とする。

（イ）地震後に燃料の入手が容易と想定される場合は、主燃料槽又はサービスタンク（燃料小出槽）に給油する。給油の方法は、燃料移送ポンプが稼働できればそれによるが、もし動かない場合に備え、ウイングポンプを備える。可搬の燃料タンクをサービスタンク付近まで人力で運び、ウイングポンプを使用して給油する。但しサービスタンクがなく本体パッケージにタンクを内蔵する設備の場合は必ず発電機を停止させて給油する。

（ロ）地震後は燃料の入手が容易でないと想定される場合は、給油の方法が取れないことに備え、負荷の制限機能を設ける。負荷制限機能は、中央監視制御盤によるデマンド制御機能を使い、予め定めた負荷設定に従って優先順位の高い負荷のみを残し、燃料消費を抑える。

但し軽負荷運転する場合、その軽負荷率に比例して燃料消費量が少なくなるわけではないので注意する。

表４．１．２－４　発電機の負荷率と燃料消費量の例（機種による）

発電機容量	25%負荷	50%負荷	75%負荷	100%負荷
60kVA	38%	57%	75%	100%
150kVA	35%	55%	78%	100%
300kVA	30%	50%	75%	100%
500kVA	33%	53%	76%	100%

また、発電機の燃料補給などについてはいくつかの注意点があるので「発電機の燃料関係の注意事項」を［参考資料Ｉ］に記す。

③冷却水不要の方式の採用

内燃力による自家発電設備は冷却水の補給が不要な方式や配管被害の少ない方式を採用する。

ディーゼルエンジンの場合、大量の冷却水を必要とする放流式や床応答倍率の大きい屋上の冷却塔を設置し発電機室まで距離の長い冷却水配管を行うクーリングタワー方式は避けて空冷ラジエター方式とする。

或いは冷却水の不要なガスタービンエンジンを採用する。

こうした冷却水を使用しないエンジンを使用する場合は、冷却用空気や燃焼用空気の給排気機能確保のため、給排気ダクトやガラリダンパーが大型化するのでそれらの耐震強度を確認する。

④供給信頼性の向上

システム構成、制御機能を検討し、確実な運転による発電電力供給を確保する。

グレードＧＳでは信頼性確保のためには完全二重化する（必要な容量の自家発電設備を2組設ける）ことが望ましいが、スペース及び費用が2倍になるので次善の策として、防災拠点業務負荷の最重要負荷はベース負荷とし、その他の防災拠点業務負荷をまかなう自家発電設備と排煙ファンや消火ポンプ等の防災負荷等をまかなう自家発電設備に容量を分けた同容量 2 台を設置する方法もある。但し同期運転には時間を要するので、2台同時に運転しないと始動時に支障がないように負荷を区分する。

また、休日・夜間の無人時の地震による商用電源停止で自動起動し、停止措置が行われないまま無用な連続運転で燃料を使い切ることや、運転継続が必要にも拘わらず、中小規模の余震による不要な感震器連動停止等を排除するため起動・停止条件を整理し、制御機能を付加する。

このほか、発電機室の給排気ファンや燃料移送ポンプ等の補機電源が自家発電設備回路に接続されていること、受変電設備の停復電シーケンスの様々なケースにおいて確実に運転することを確認する。

４）蓄電池設備　（β）

①供給信頼性の向上

夜間等の無人時、地震による商用電源停止で非常照明が点灯し続け、自家発電設備回路に切り替わらない状況があると蓄電池設備の放電終了のため停復電操作が不能になり、翌朝の受変電設備復旧などに支障をきたす。このため制御用と非常照明用の分割設置或いは容量を残すためのタイマー制御などを付加する。蓄電池は全放電してしまうと、充電に長時間を要するので注意する。

②機能回復性の向上

過放電防止機能を付加し、復電後に速やかな再充電による蓄電池の容量回復が図れるようにする。

５）幹線設備　（β）

①供給信頼性の向上

防災拠点業務に係る重要幹線は専用回路（独立回路）とする。特に重要な幹線は建物内の別経路を通して負荷盤へ供給する二重化を実施する。

６）中央監視設備　（β）

①監視信頼性の向上

分散型のシステムとし、システムの部分的な損傷でシステム全体の停止がないものとする。

②手動操作対応

システム機能喪失（CPU、制御回路、伝送路の機能喪失）時はに負荷側の

手元装置で容易に手動操作可能な機構とする。例えば動力負荷には手動運転回路を設置する。

７）照明設備・コンセント設備　（β）

①自家発電設備回路の増強

防災拠点等の諸室の必要照度を確保し、必要なコンセント負荷への電力供給を確保する。

自家発電設備回路としては、排煙ファンや消火ポンプなどの防災負荷に加えて防災拠点等で使用する負荷への供給が必要となるので、平常時には一般負荷であるこれらの回路も防災負荷と同様に専用幹線・専用盤による独立回路とし、特に重要なものは二重化供給の対応を施す。

なお複数の照明設備に対して、その全てを自家発電設備回路としない場合は、千鳥配置供給とする。

８）電話・通信設備　（β）

①異系統予備線引き込みの付加

外部ラインの断線、通信の輻輳に対応するため、公衆回線の他に防災拠点用の専用線を別ルートで引き込む。また光ケーブルの引き込みに加え、電話局側が電源を持つメタル回線も引き込む。

９）動力設備　（β）

①供給信頼性の向上

防災拠点等の業務に係る動力設備の系統は幹線、二次側とも他の一般回路と分割し、耐震支持の強化をするとともに、一般系の地震時障害波及を防止する。

10）防災設備（誘導灯）　（β）

①避難誘導性の向上

法規に基づく誘導灯に加え、蓄光式誘導標識を自主設置する。

（３）耐震強化　（γ）

防災拠点等に設置される建築電気設備機器及び配管等の据付け、取付けは機能確保を目標とした設備耐震グレードに応じた耐震クラス（建築センター指針によるもの）を適用するほか、以下の耐震強化の措置を付加する。

なお防災拠点等において機能確保を図る電気設備は、建築センター指針では適用除外されている「1kN 未満の機器」（照明器具、弱電・防災機器等）も除外せずに耐震支持の考え方を準用する。天井に取り付けられる重量が1.5kg 以下の軽量機器は一つ一つを耐震支持することが現実的ではないので、落下防止ワイヤーやチェーン等を取り付ける。

１）受変電設備　（γ）

受変電設備は建物内への配電を行う設備であり、自家発電設備からの切替え供給部分を有し、地震動後の電力供給機能を左右する。この重要な機能を確保するため、建築センター指針の他、次の規定を遵守する。

①機器の耐震強度

機器（機器本体、機器の支承部、配線等との接続部）の耐震強度は、設置場所に適用した設備機器の耐震クラスと同等以上のものとする。

変圧器、配電盤類はそれらを支持するアンカーボルト選定に使用する設備機器の耐震クラスと整合した構造強度、即ち適用する設計用標準震度に耐える機器強度の確認が必要である。特に汎用モールド変圧器は標準設計仕様が1.0G であることが多いため、耐震クラスＳ適用で２階以上或いは耐震クラスＡ適用で上層階・屋上・塔屋に設置する場合で防振ゴム等を付ける場合は、製造者と協議し、その設計用標準震度（ 2.0 又は 1.5 ）の耐震強度を持った製品を採用する。

もし機器側で設計用標準震度と同等の耐震強度が得られない場合は、機器を減震架台等（例えば変圧器用では通常時は躯体への振動伝達防止の防振性能を持ち、地震時はその震度値を減ずる架台）に設け、機器本体への震度を緩和させる方法の採用を検討するか、建物のフロアレスポンスに基づき地震力を計算し、安全率の見込み方を考慮することにより整合性を図ることを検討する。

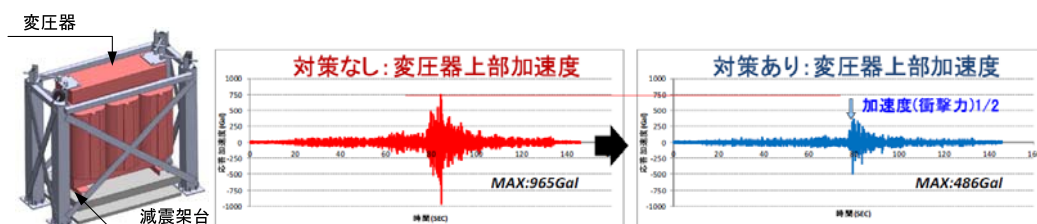



図４．１．２－１０　減震架台等の例

また、盤内収納の防振ゴム等の防振装置付変圧器は頭部変位量が大きいためセパレータやバリヤに接触しないように適正な耐震ストッパーの調整をすることと、必要に応じ頂部支持や機器周囲の支柱と上部の揺れを吸収する装置の設置を検討する。但し頂部支持等を採用する場合は、変圧器で支持される部分の強度に問題がないか製造者に確認することと、盤寸法を確認する。

受変電キュービクル本体の耐震性は、JEM-TR144「配電盤・制御盤の耐震設計指針 2003 年版」(一般社団法人 日本電機工業協会)における耐震機能クラス１と指定し、盤の製作内容を確認する（JEM-TR144 の概要と耐震性強化の仕様例を［参考資料Ｉ］に示す)。

なお施工において、重量機器と架台、盤とチャンネルベース、盤内変圧器・コンデンサー類と盤フレーム等の取付けボルトはナット締め付けとする。特に、軽量機器や部品の場合でタップねじ方式を用いる場合はナット相当のねじ山数を確保することに注意する。

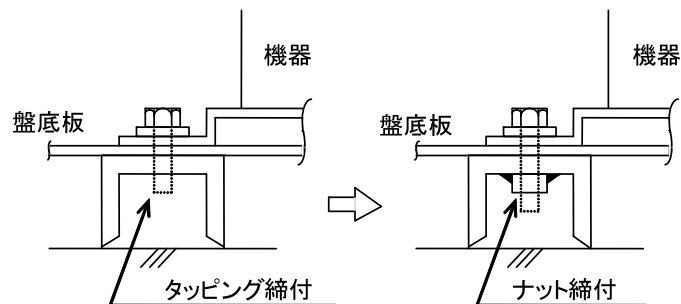



図４．１．２－１１　取付けボルトの強化例

②配線の耐震強化

母線導体や可とう編組銅帯の配線は絶縁措置を行う。

機器に接続される電線・導体は余長を取り、必要に応じて端子部には補強板を設ける。変位量の異なる物の接続部、端子部の変位に対応して挿入する編組銅帯等には相間短絡や地絡防止の絶縁チューブやセパレータを挿入する。

また、電気室内の配線ダクト、ケーブルラック等の吊り支持は建築センター指針のＡ種又は$Ｓ_{A}$種耐震支持とする。

③周囲環境の耐震化

電気室内の什器・備品・予備品等は移動・転倒して電気設備機器に被害を与えるため、移動・転倒防止措置を付加する。照明器具のレースウェーもXY 方向の振れ止めを入れた耐震支持とする。屋外受変電設備は隣接した部材（煙突、看板、街路灯その他）の倒壊・落下による被害を受けない場所に設置する。

④地盤沈下対策

電力会社配電線を地中引込みする場合、引込配管が建物に接続する部分は地盤の状況に見合った沈下対策を施し、ケーブル断線による停電を防止する他、建物内への漏水による二次災害を防止する。

キュービクルを構内の屋外に設ける場合の基礎は、地盤状況を含め建築構造設計者に確認されたものとする。

２）自家発電設備　（γ）

自家発電設備は商用電源停止に際し防災拠点の自立性を左右する設備であり、耐震クラスＳを適用し、建築センター指針、自家用発電設備耐震設計のガイドライン（一般社団法人 日本内燃力発電設備協会）の他、下記の規定を遵守し、機能を確保する。

①付帯設備の耐震強化

燃料配管、冷却水配管等は適所に変位吸収継手を挿入する。

本体回りの他、サービスタンク回りの配管にも床面に近い位置で変位量の少ない部分に可とう継手を挿入する。なお、サービスタンク＋架台が高くなる場合は頂部振れ止めを行う。また、発電機とサービスタンク、主燃料タンク間の油配管は機械設備の配管耐震強化の規定を参照する。

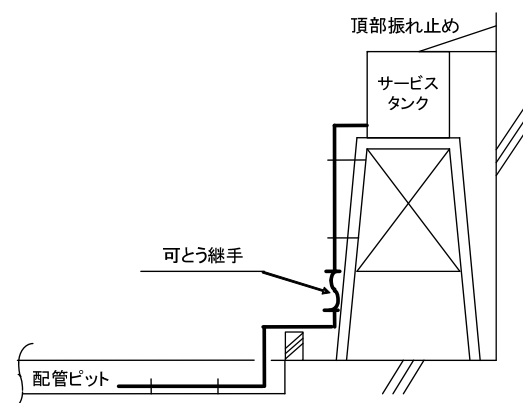



図４．２．１－１２　発電機の油配管の対策例

排気管（煙導）は機械設備の配管として耐震支持し、S_A種又はＡ種耐震支持を行う。消音器は機器として扱い耐震クラスＳの耐震支持を行う。また、制御盤、配線等は前記の受変電設備の規定を準用する。

３）蓄電池設備　（γ）

蓄電池設備は非常照明の点灯、受変電設備の停復電操作、防災設備機器や通信設備機器の機能確保のため、建築センター指針による他、次の規定を遵守する。

①盤の耐震強化

電槽台車、制御回路部品等の固定を堅固に行う。

キュービクル式の場合は支持に対する設備機器の耐震クラスと整合した構造強度とし、付属部品類、特に制御回路用プリント基板には脱落防止措置を付加する。また、電槽台車収納構造ではボルト締め方式の台車移動・脱輪防止措置を設ける。

②電槽収納部の耐震強化

盤内や専用架台の電槽の移動・転倒防止を行う。

電槽収納柵の高さは移動・転倒或いは飛び出し防止のため電槽重心より高くする。また、電槽どうしの衝突を避けられる構造とするか、電槽間に緩衝材を挿入する。特に列両端の電槽受け部材は応力が集中しないようにする。

４）幹線設備　（γ）

電気配線設備は建築センター指針の記載事項の徹底の他、次の規定を遵守し、機能を確保する。

①振れ止めの強化

電気配管等・ケーブルラックは軸方向にも振れ止めを行う。多条数、大容量配管・配線の振れ止めはＳ$_{A}$種又はＡ種耐震支持とし、軸方向（配線軸方向）にも振れ止めを行う（図のｄ材)。

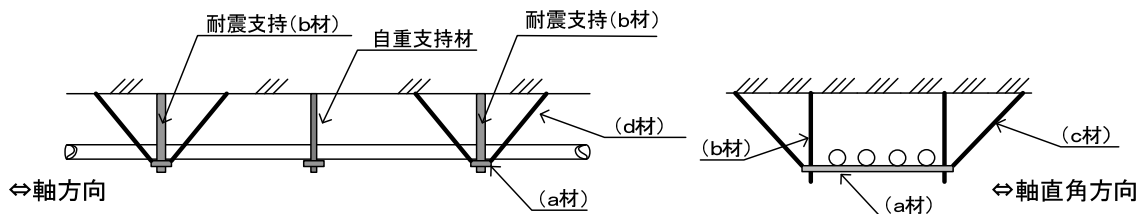



図４．１．２－１３　電気配管等の軸方向振れ止め

また横引きケーブルラックの防火区画壁貫通部・間仕切り壁貫通部には、貫通部耐火材や壁への損傷を与えないよう、直近に耐震支持を設ける。

②バスダクトの支持、配管接続の強化

バスダクトは転倒防止を行い、分岐配管・配線には可とう性を持たせる。

吊り支持の振れ止め及びエルボ部分の前後はＳ$_{A}$種又はＡ種耐震支持とし、縦横比の大きいバスダクトは転倒防止用頂部支持を付加する。

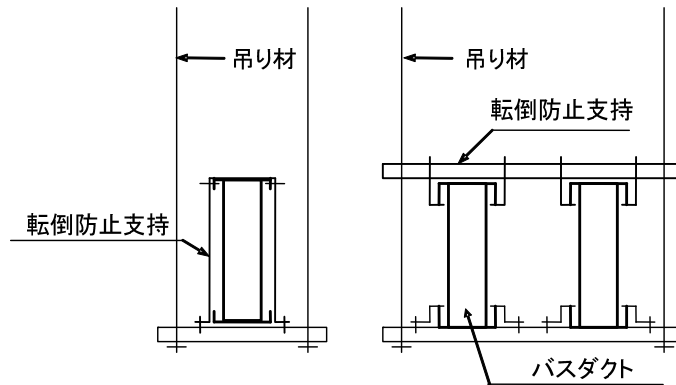



図４．１．２－１４　バスダクトの転倒防止支持例

また、プラグインボックスからの引き出し配管・配線には可とう性を持たせる。図はプリカチューブを用いて接続した例を示す。

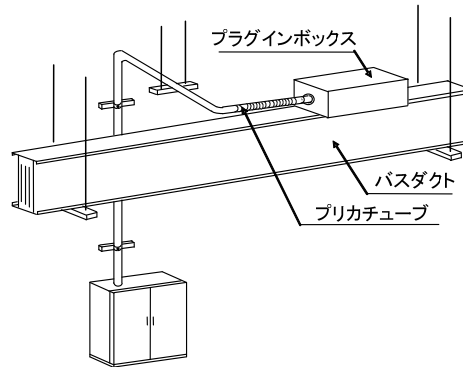



図４．１．２－１５　バスダクトと配管の可とう接続例

５）中央監視設備（電気系の監視制御設備）　（γ）

建築センター指針による他、次の規定を遵守し、機能を確保する。

①機器の固定

盤類を受変電設備に準じて耐震強化するとともに、ディスプレイ、CPU、プリンター類、UPS 等にはディスプレイ耐震ベルトやキーボードマット等の耐震アクセサリーを利用して移動・転倒防止措置を施す。

或いは設置する部屋を免震床とすることや、機器類を免震架台に載せることにより対応する方策もある。

②周囲環境の耐震化

室内の什器・備品類が移動・転倒し中央監視設備に被害を与えないよう移動・転倒防止措置を付加する。

６）照明設備　（γ）

防災拠点等の非常時に使用する諸室の照明器具は脱落防止を強化する。

防災拠点業務に使用する部屋、避難所となる学校の体育館、トリアージの拠点となる病院ロビーその他、落下等による人身災害や業務継続への支障を生じることを避ける部分の照明器具には、振れ止めなどの支持強化に加えてチェーン、ワイヤー等による照明器具の落下防止措置を付加する。

パイプが天井や照明器具と堅固に支持固定されていないパイプ吊りの照明器具は使用しない。また容易に外れるカバー付、ルーバー付の照明器具は使用しない。

７）電話・通信設備　（γ）

電話・通信設備は、引込み配管、交換機、盤類を受変電設備に準じて耐震強化する。

①機器類の耐震強度

地震動後に機能確保が必要な機器類の耐震強度は、設置場所に適用した設備機器の耐震クラスと同等以上のものとする。電話交換機や LAN19”ラック、通信制御装置など機器側の耐震性が不足する場合は装置用の免震架台を設け、その上に機器を据え付けて機器に加わる震度値を低減する。

②小型機器の対策

地震動後の機能確保が必要な小型機器（電話機、キャスター付 UPS、小型交換セット等など）は移動・落下防止措置を行う。

８）ＴＶ共同受信設備　（γ）

①テレビ受像機の対策

災害時の情報収集など、テレビ放送の視聴が必要な場所のテレビ受像機には移動・落下防止措置を行う。

②屋上機器の対策

屋上のテレビアンテナ（地デジ、パラボラ）・支持ポールの折損・脱落防止措置を行う。アンテナ・支持ポールに付属機器が取り付く場合は、その脱落防止措置を行う。

９）動力設備　（γ）

①耐震支持の強化

機能確保が必要な動力制御盤は、受変電設備の盤の規定を準用し、動力配線については幹線設備の規定を準用する。特に、屋上に自立して設けられる動力制御盤は堅固な基礎に据え付けるとともに、盤の頂部支持或いは背面支持を付加する。

10）防災設備（自動火災報知設備、非常照明・誘導灯）　　（γ）

①主装置の固定

　自火報受信機・防災アンプ・非常照明用分電盤の固定等は、５）中央監視設備を準用する。

　主装置に接続される配線は断線が生じぬよう余長を持たせる。

②二次側機器の固定

　二次側機器は、建築センター指針の機器の固定に準じた耐震支持を行うことや天井機器は落下防止措置を行う。

４．１．３　機械設備の設備耐震グレードに応じた付加措置

設備耐震グレードＧＳやＧＡを設定する場合に設備機能確保に寄与する付加措置を示す。当該施設に適した付加措置を適切に選定する。

（１）給水設備

図４．１．３－１に災害後に最も必要とされる「水」の確保のための総合的給水フローの例を示す。

上水は、水槽に日常使用水量の半日分程度が備蓄されていると想定できるが、必要により備蓄量を大きくすることができる場合もあるので、水道事業者と協議することが必要である。ライフライン途絶を前提として災害後にそれ以上の水量を必要とする場合には、さらに補給が必要となる。

①飲料水の途絶に対しては、水道本管が機能している初期には受水槽や高置水槽の残水の利用が可能であるが、一旦本管の水圧が下がったりした場合には衛生的に不安があるので飲料用としては備蓄されたペットボトルや給水車から供給されたものを利用する。

②雑用水については、水道管の水圧が下がっても受水槽に流れ込む水を利用することは可能であるが、他に信頼性高く利用できるのは井戸である。その他プールなどがある場合には、期待できるがその可能性は限られる。

③給水機能の確保には、水槽やポンプ、給水管などが災害で損傷を受けないことが必要であるが、損傷を受けた場合に備えることも必要である。機器などは複数台設置とすることや水槽内の水を保管するための緊急遮断弁、各種配管には、損傷に備えた切換え弁などを設置して緊急応急措置としての給水回路の確保が必要である。

④災害時用には飲用水系と雑用水系と用途を分けた給水システムとしておくことが、被害を最小限にすることと緊急応急措置の対策を取ることから望ましい。

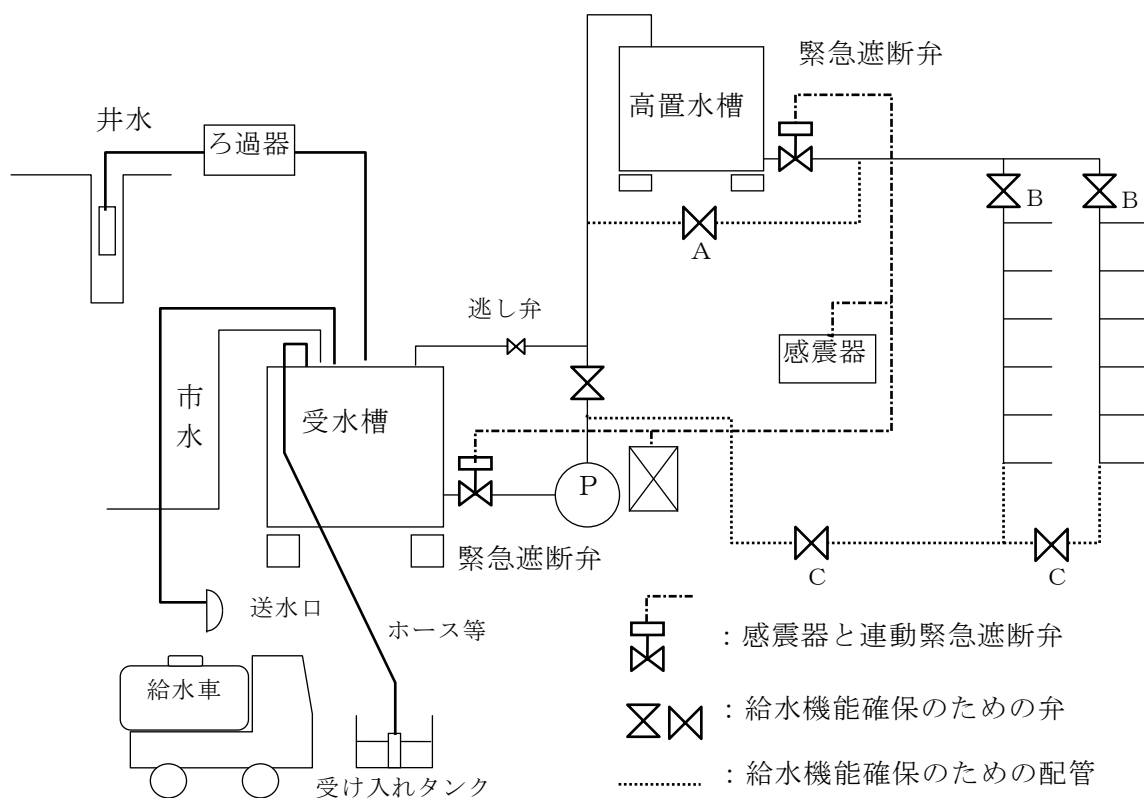



図４．１．３－１　給水機能の確保を図る給水システム

１）飲用ペットボトル　（α）

飲用水には、ペットボトルを用いることを基本とし、4 リットル／人・日（官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説）として 7 日分を保管する。

２）給水車　（α）

行政庁や消防署、自衛隊などに装備されていて災害時の給水用に利用されている。飲用水と雑用水として利用されるものがある。

災害時には重要性が高く病院施設などへ優先して配送されることが多い。給水方法は蛇口としての水栓があるが、内蔵ポンプにより圧力を加えられるものもある。

①飲料水は、給水車の水栓から直接飲料用タンクや飲料用容器などに給水保管して利用する。

②飲用水・雑用水は、受水槽などにホースなどを利用して受水し、利用する。

給水車からの水を施設側で接続ホースや接続口などを利用しておくとよい。

３）各種井戸　（α）

①必要水量が少ない場合や深さが浅い場合には、電源不要のハンドポンプがよい。

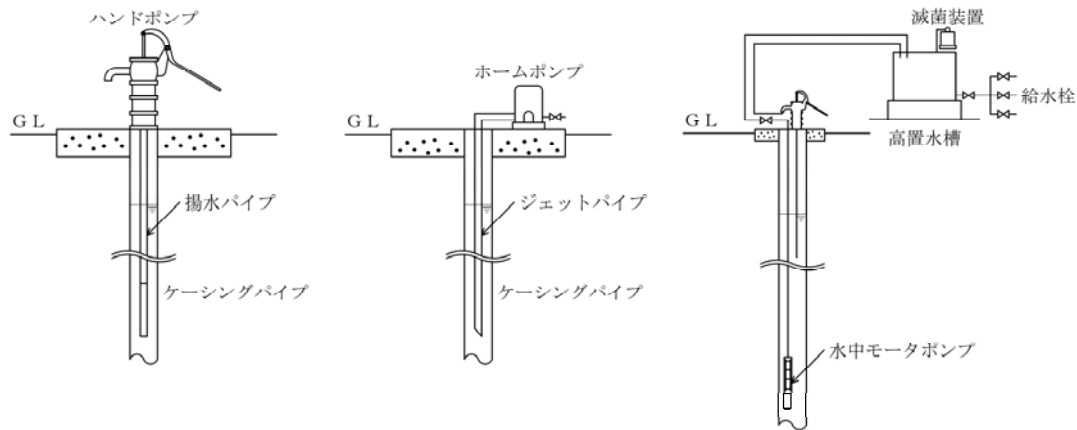
②必要水量が多い場合や深さが深い場合には、水中モータポンプなどを利用する。

ハンドポンプ　　　　　ホームポンプ　　　　　手動式と水中モータポンプ併用式

図４．１．３－２　各種井戸の例

４）水槽　（β）

水槽は、損傷例が多かったことから建築センター指針でも必要耐震強度が特別に設定されており、製造会社でもその強度に適合した耐震強度（2G、1.5G、1G）の製品が販売されている。設備耐震グレードＧＳや同ＧＡと設定する場合には屋上でも１階近傍でも耐震強度 2G とすることが望ましい。

水槽の製造上の注意として、天井には対策線上に通気管を設けたり、マンホール付天井パネルは天板の中央部に配置したり、オーバーフロー管を外側に配置するなどのスロッシング対策をする。

さらに、水槽の損傷要因には次の項目があるので注意する。

①接続配管の変位吸収管継手が変位する反力は意外に大きく柔軟性が不足している。ふた山形ゴム製などのフレキシブルな管継手を用いる。

②水槽に重量のある遮断弁を直接設置したり、槽内にポンプなどを組み込んで水槽に想定外の外力が作用する構造とする。

５）水槽廻りの接続配管　（β）

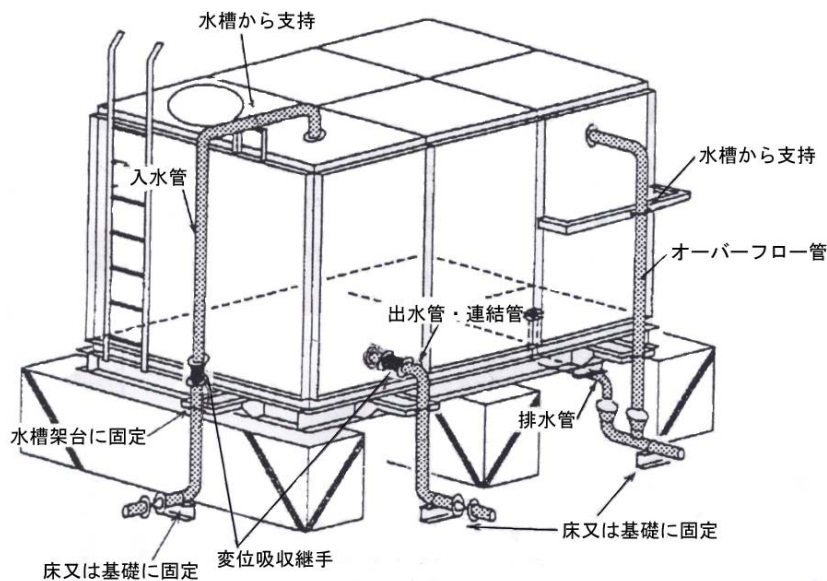
図４．１．３－３に FRP 製などの水槽廻りの接続配管の例を示す。槽上部で接続する揚水管は下部で耐震固定し、その直上に変位吸収管継手を設けて変位量の大きい水槽本体上部の変位量に追従できるようにする。給水取り出し管も同様で変位吸収管継手の先に耐震固定を設置し、遮断弁などを設置する場合には固定点の先に配管付属物として設置する。

※フレキシブルジョイントについては目的に応じて必要な箇所に設置する。

図４．１．３－３　受水槽廻りの接続配管の例

６）給水装置用緊急遮断弁　（β）

受水槽や高置水槽の取出し管（給水管）に設置して、地震時に震度を感知して管路を「閉」とすることにより、給水管に損傷があっても水槽内の水を確保することを目的としたバルブである。震度を感知して管路を閉鎖することは感震器との連動で自動的に行われるが、地震後に給水を必要とした時にバルブを「開」とするには手動式と電動式とがある。非常事態であることから手動開放機構付として電源不要で開放できるものが望ましい。

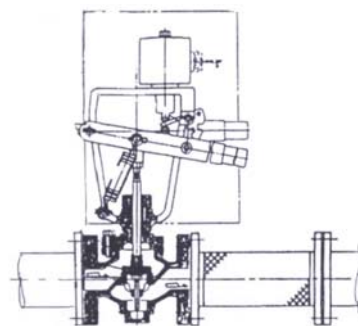



図４．１．３－４ 遮断弁

高置水槽に設置する目的は、給水管系に損傷が生じて高置水槽から不要な水が流れ出す水を遮断して高置水槽内の水を確保することであるが、加えて高置水槽や給水管の損傷により高置水槽の水位が低下して揚水ポンプが起動し、無駄に受水槽の水を消費することを防ぐこともある。

７）雑用水用受水槽を構造躯体利用形とする　（β）

雑用水用受水槽を地震に強い構造躯体利用型（2 槽式）とする。

災害時の想定により雑用水を飲用にも使用できるようにする場合には、緊急ろ過装置の設置などを検討する。

８）給水系統の機器設置台数を複数台にする　（β）

受水槽や高置水槽、揚水ポンプの全てを2台以上設置し、配管系統も2系統として損傷に対する信頼性を高める。

９）給水系統にバイパス回路を設ける　（β）

給水系統の要所にバイパス管を設けて、個々の機器や配管が損傷した場合の給水機能確保を図る。

（２）給湯設備

１）卓上ガスコンロ　（α）

最小限の加熱や給湯を行えるように、ガスボンベを保管する。

２）ガスコンロとＩＨヒータの併設　（β）

調理室等には、ガスコンロの他、ＩＨヒータを併設する。ガス途絶時には、自家発電設備によりＩＨヒータが使用できるようにしておく。

３）給湯機加熱装置の二重化　（β）

通常はガスや油炊きで加熱しているボイラなどを利用している給湯機の加熱装置を、電気でも加熱できるようにしておき、災害時にガスや油が手に入らなかった場合に、自家発電などによる電気で加熱できるようにする。病院などで最小限の給湯機能を確保したい場合に検討する。

４）ＬＰガス放出防止器　（β）

プロパンガスボンベを設置する場合には、プロパンガス放出防止器を設置する。ボンベが移動・転倒した場合に、接続されている高圧ホースが一定の力で引っ張られると、ボンベ付属のガス放出弁が作動してボンベからのガス漏れを遮断し、内部のガスを確保する。

（３）排水設備

１）排水槽の設置　（α）

病院や給食を提供する施設などでは、汚水や雑用水を流せなくなった場合に備えて、排水槽を設置する。

２）マンホールトイレ　（α）

災害時に最も問題となるのがトイレである。構内横引き排水管を利用した仮設トイレの利用が期待されている。種類にもよるが最小限の水を要するものがあるので、その対応も計画しておく。

表４．１．３－１　マンホールトイレシステムの例

形式	概要	概念図
流下型	下水道本管に接続する排水管に上部構造物を設置するもの。	仮設トイレ 便器 水源 プールなど 汚水ます 洗浄水槽 排水管 下水道本管
貯留型	下水道本管に接続する排水管に上部構造物を設置するもので、マンホール又は汚水ます内に貯留弁等を設け、排水管を貯留槽とした構造。	仮設トイレ マンホール または 汚水ます 便器 水源 プールなど 洗浄水槽 貯留弁 排水管(貯留部) 下水道本管

（４）スプリンクラー巻出しフレキシブル管の固定方法　（β）

巻出し配管にフレキシブル管を使用してもスプリンクラーヘッドなどでの水漏れ事故例は後を絶たない。動的実験でもヘッドが移動したり、巻出し管に使用しているフレキシブル管が揺れ動いて、固定点が上下左右に揺れて外れる現象がみられる。

そこで、図４．１．３－５に巻出し配管からヘッド固定部に作用する地震力を抑え込む固定方法を示す。ヘッド近傍のフレキシブル管を固定することで地震力による巻出し配管の揺れを抑え、さらにヘッド部を強固に固定してヘッドと天井ボードに生じる変位を抑える方法である。

図４．１．３－５－１はヘッド固定部の直上近傍にフレキシブル巻出し管の支持点を設ける例で、図４．１．３－５－２はフレキシブル巻出し配管を天井フレームに支持点を設ける案である。いずれも各固定部には締具を利用する。

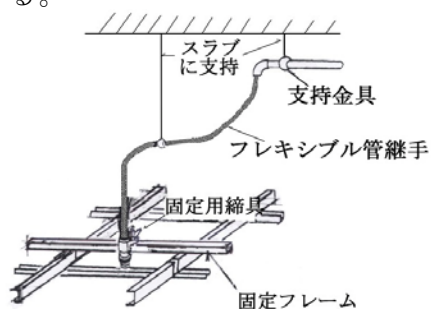
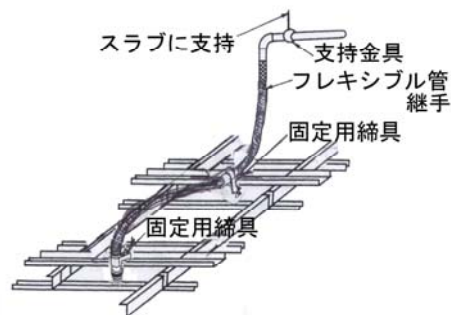



図４．１．３－５－１ヘッド直上支持方式　　図４．１．３－５－２天井面支持方式

図４．１．３―５　スプリンクラーヘッドの固定方法

（５）空調換気設備

１）空調方式の２系統化　（β）

二重化を行うには、特性を考慮することが重要である。空調品質が高く運転効率の高い中央式空調方式と地震時の損傷に強い空冷パッケージエアコンとを併用することにより、さらなる信頼性向上を図る。また、中央管理室や防災センター、災害時対応室などでは、災害時に強い空冷パッケーエアコンを２台設置するなど、室特性に合わせた二重化が必要である。

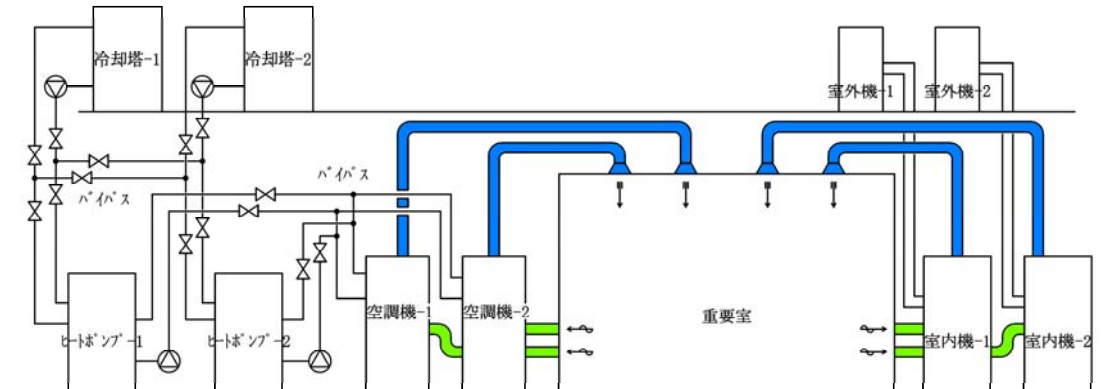



図４．１．３－６　予備機と異方法による二重化空調システムの例

２）配管システムの二重化　（β）

重要設備システムでは、機器設置台数に予備機を含めて複数台数とする。また、重要機器は振動特性を考慮したり、配管ルートを別にして二重化を図る。例えば、機器の設置方向を90度変えたり、防振装置を通常型と簡易型としたり、立て配管を立ち上げるシャフトを別にするなど、地震に対して異なる特性とすることでシステム的な損傷低減化を図る。

３）空冷式など自立型機器の採用　（β）

空冷式は、冷却に水が不要であることなどから一般的に補機が小型で本体にユニット化されている傾向にある。このような補機を含めてユニット化された機器は、個々に組み合わせてシステム化する機器より一般に地震力には強い傾向にある。

４）専用空調方式の採用　（β）

共用である場合には、例えば他のエリアに設置した室内機に損傷などがあれば影響を受けるが、専用であれば影響を受けない。重要室の重要設備は専用とすることで信頼性が高まる。

5）重要設備や重要室では吊り支持をやめる　（β）

吊り支持より床置き支持の方が安定していて信頼性が高い。重要設備や重要室の機器は、原則として床置き式とする。

6）制気口の落下防止　（β）

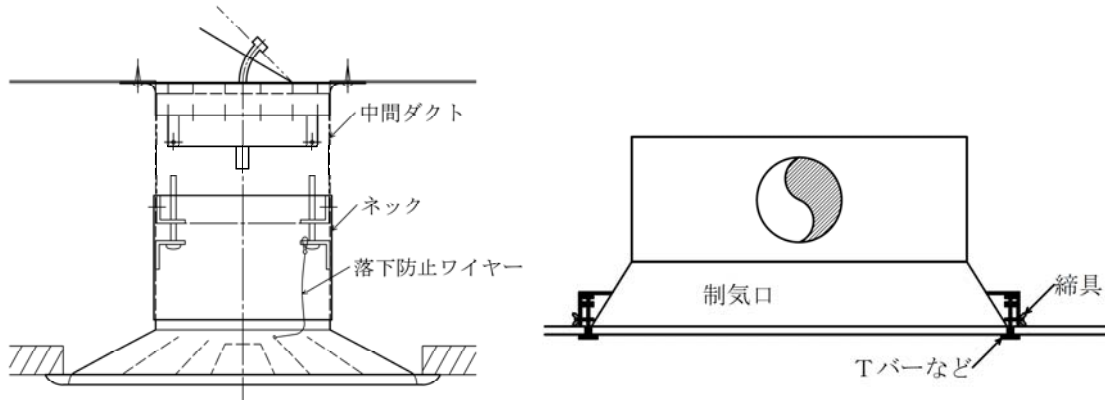
制気口類の脱落は二次被害として人身被害の可能性がある。締具を用いて十分な支持をする。必要により落下防止も有効である。

アネモ型吹出し口の中コーンの落下防止ワイヤーなど　　システム天井の締具による落下防止

図４．１．３－７　制気口類の落下防止の例

7）カセット形室内機フェースの落下防止　（β）

カセット形室内機のフェースの落下防止に落下防止ワイヤーを用いて効果を上げている例もある。

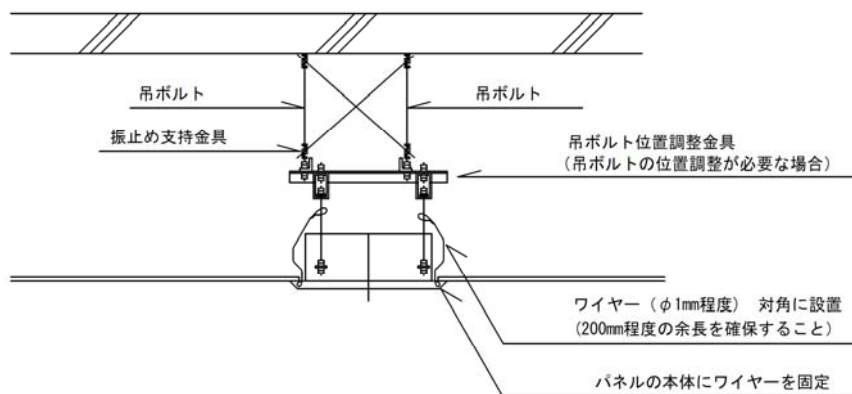



図４．１．３－８　カセット形室内機フェースの落下防止の例

（６）建物引き込み部の配管トレンチ構造　（β）

建物近傍での地盤変動状態は、一般に建物際 1〜2m が大きくその先は比較的小さい傾向にある。そこで、引き込み配管用トレンチ構造を建物に設置した受台の上に乗せる形式とする。

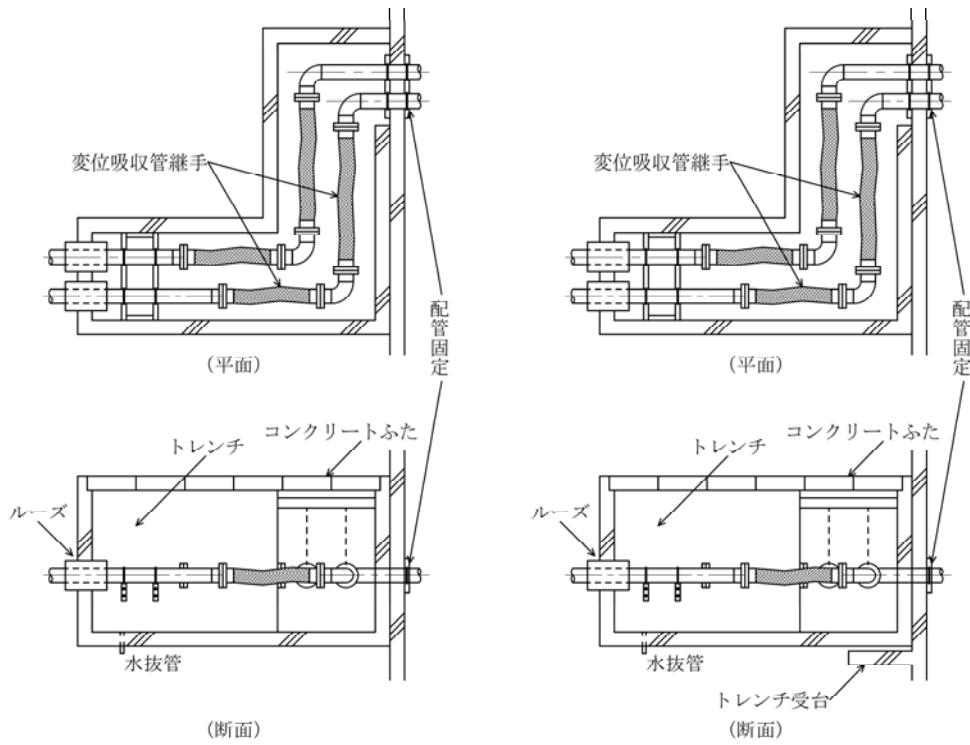
トレンチを貫通する配管は、鉛直方向の変位量が小さくなり損傷防止に寄与する。

通常の配管用トレンチ　　　　　　　受台付配管用トレンチ

図４．１．３－９　建物導入部の配管トレンチ構造

参考として図４．１．３－１０に一般的建物での配管トレンチを設けない引き込み例を示す。

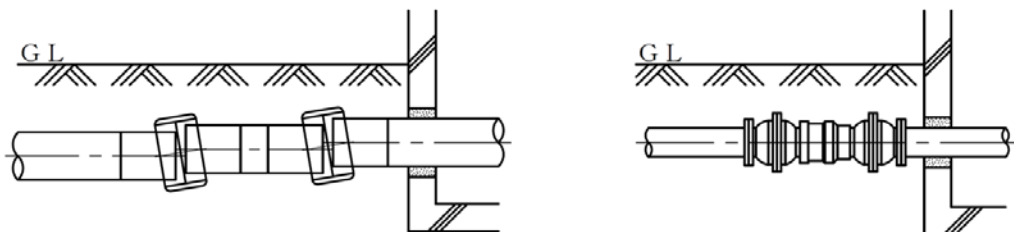



図４．１．３－１０　一般的建物の配管引き込み部の例

（７）建物エキスパンションジョイント部を通過する配管の例　（β）

図４．１．３－１１に一般的なエキスパンションジョイント部を通過する配管の例を示す。図は配管が１本であるが、一か所で数本の横引き配管があると大きなスペースを必要とする。一般的に施工されている例は、変位吸収管継手を変位状態に関わらず、1 個設置する方法である。しかし、変位吸収管継手は軸方向には変位しないので 1 個設置しても建物相互が 2 次元、3 次元的に変位する状況には追従できない。

このように一般的に施工されている変位吸収管継手を 1 個設ける意味は、地震による損傷を変位吸収管継手部分に集中させ、発見を容易にし、復旧を早めること以外にはない。

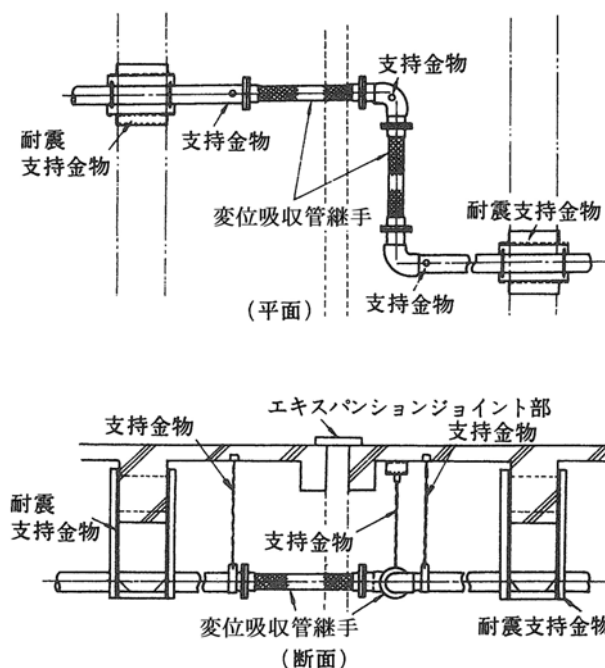



図４．１．３－１１　一般的建築物エキスパンションジョイント部を通過する配管の例
出典：建築設備耐震設計・施工指針 2005 年版（一財）日本建築センター

（８）機器の耐震化　（γ）

機器の耐震強度を強化するには、機器本体と機器支承部の部材の強化、さらに据え付けの強化を図る必要がある。また、脆性材料で製造されている機器や防振装置を附する機器では、接続配管などとの変位による損傷を防ぐために変位吸収管継手の設置、さらに防振装置を附する機器や配管などには、増幅による必要強度に耐えられるストッパーなどの部材強化をする必要がある。

しかし、耐震仕様を向上させる特注機器などを購入できる場合はよいが、多くは量産機器であるので機器本体及び機器支承部を強化することは非常に難しく限界がある。

１）機器本体　（γ）

要求耐震強度に応じた本体の強化は、量産機器では難しいが、発注時の特別注文により製造可能となることもあるので、必要に応じてそれらの対策を製造機器メーカーと協議する。

①ＦＲＰ製水槽や鋼製一体型水槽は、日本給水タンク工業会でその設計基準などを示して商品化・販売しており、要求震度に対応できる製品がある。
②冷却塔は、耐震実験などを行って必要フレーム強度を確認し、耐震強度を計算できる製造メーカーもある。但し、充填材については耐震的強化を十分には確認していない場合もあり、発注時に確認が必要である。
③製缶類や極一部の機器では、必要部材強度を計算で確認して製造し、納入できる場合がある。
④電気温水器や蓄熱槽組み込み式ヒートポンプ形貯湯槽など家電品として開発された機器は、その強度が弱い傾向にある。本体及び支承部の強化は難しいが、支承部を設計・施工側で補うことは一部で可能である。

２）機器支承部　（γ）

耐震強度に応じた機器支承部強度の機器を購入することは、量産機器では非常に難しいが、特別仕様により購入することは一部の機器で可能である。

防災拠点等に設置する機器などは、その支承部強度を確認しておくことが必要である。

３）耐震支持部材　（γ）

設備機器の支承部を基礎などに緊結する据え付け支持部材の形状や強度の設計は、設計・施工側で行うので必要強度を満たすことができる。

この必要強度や形状を計算するために必要な地震動による設計用標準震度は、建築センター指針にその値［表参Ⅰ．１－１参照］が示されている。

設備耐震グレードＧＳやＧＡとする場合の耐震クラスの設定は、機能確保を目指していることから耐震クラスＳを基本とする。

ここで、重要設備の配管でも供給系統が、重要エリア用と一般用とにバルブなどで系統分けされている場合もある。このような場合にも、災害時の損傷を考慮して耐震支持や変位吸収性能は、一般エリアでも重要エリアと同等の耐震クラスＳとする。

また過去の大地震の教訓から基本的に重要機器は、床置き形として床上支持とし、吊り配管では耐震支持を表４．１．１－２により確実に行い、自重支持であっても図４．１．１－５に示す方法で行う。

防災拠点等で行われる諸活動に重大な支障となる被害が設備に生じないこと。大地震により、設備の一部に軽微な被害があっても、点検及び応急的復旧措置をとることにより使用可能な状態を確保する。

４．１．４　ガス設備の設備耐震グレードに応じた付加措置

（１）　システムの強化・代替設備　（α、β）

１）中圧供給システムの導入、活用　（α、β）

供給安定性に優れた中圧導管ネットワークの活用を検討する。

低圧ガス導管からの供給が万一停止した場合において、ガス設備の機能を確保するために、供給安定性に優れた中圧導管からガスを引き込んで直接使用するか又は、地震時に中圧導管の臨時供給接続口より供給するシステムを構築する。［図４．１．４－１～図４．１．４－４参照］

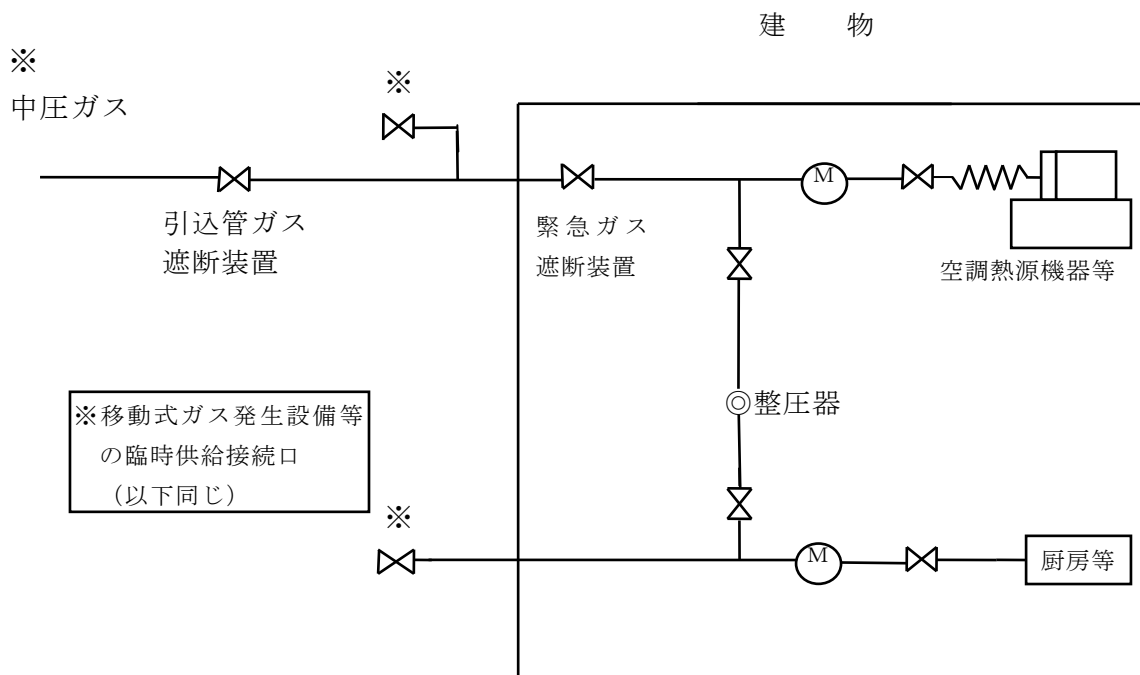



図４．１．４－１　中圧導管単独引込み例

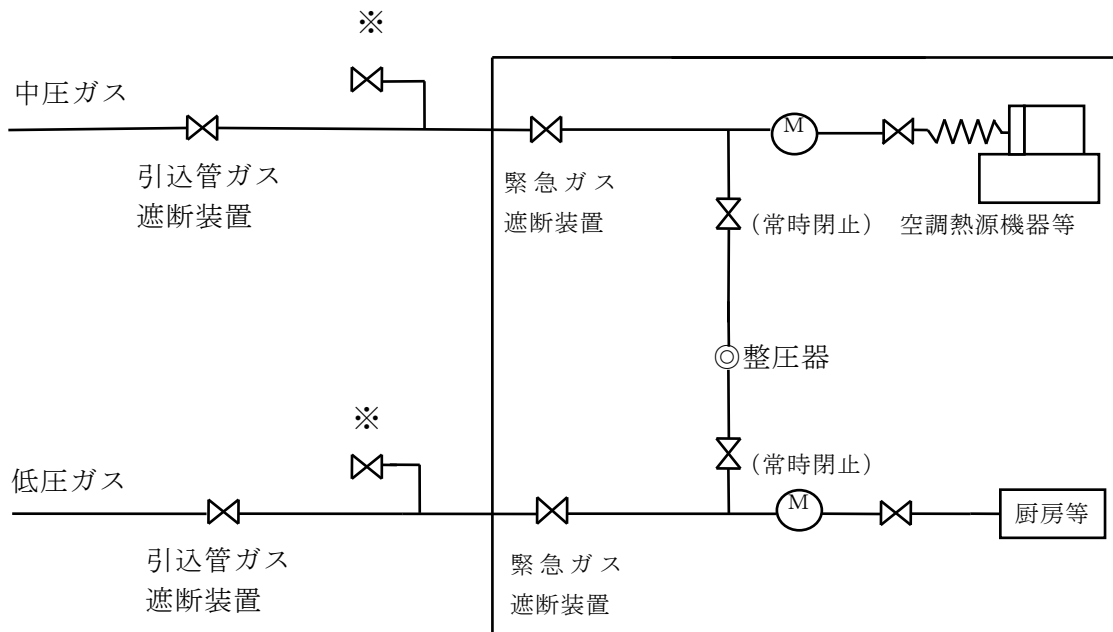



図４．１．４－２　中低圧二系統引込み例（整圧器設置）

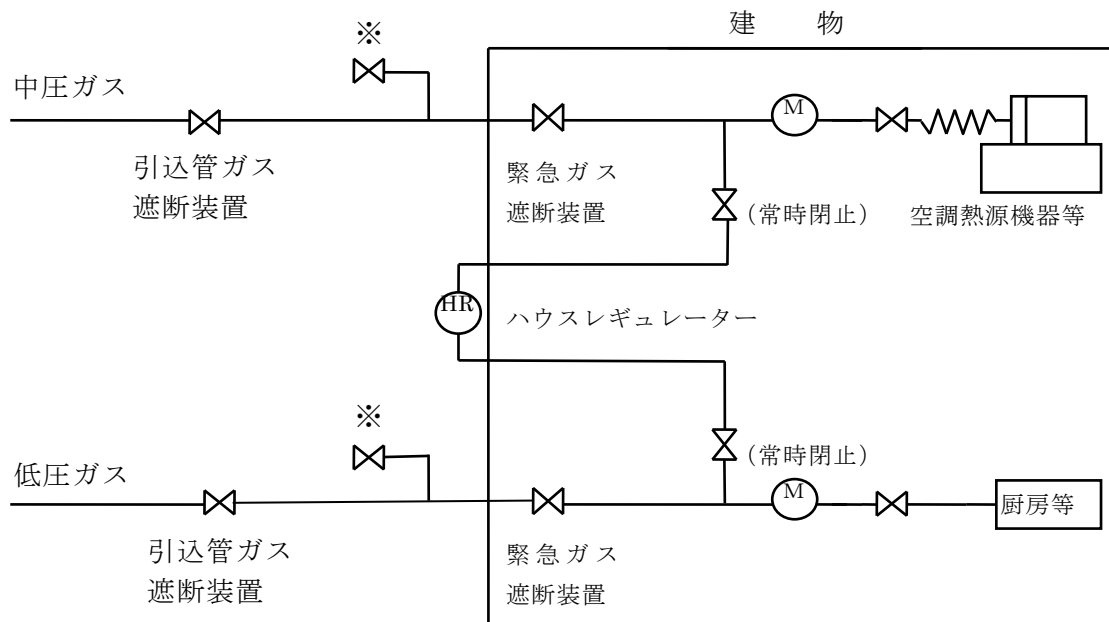



図４．１．４－３　中低圧二系統引込み例（ハウスレギュレーター設置）

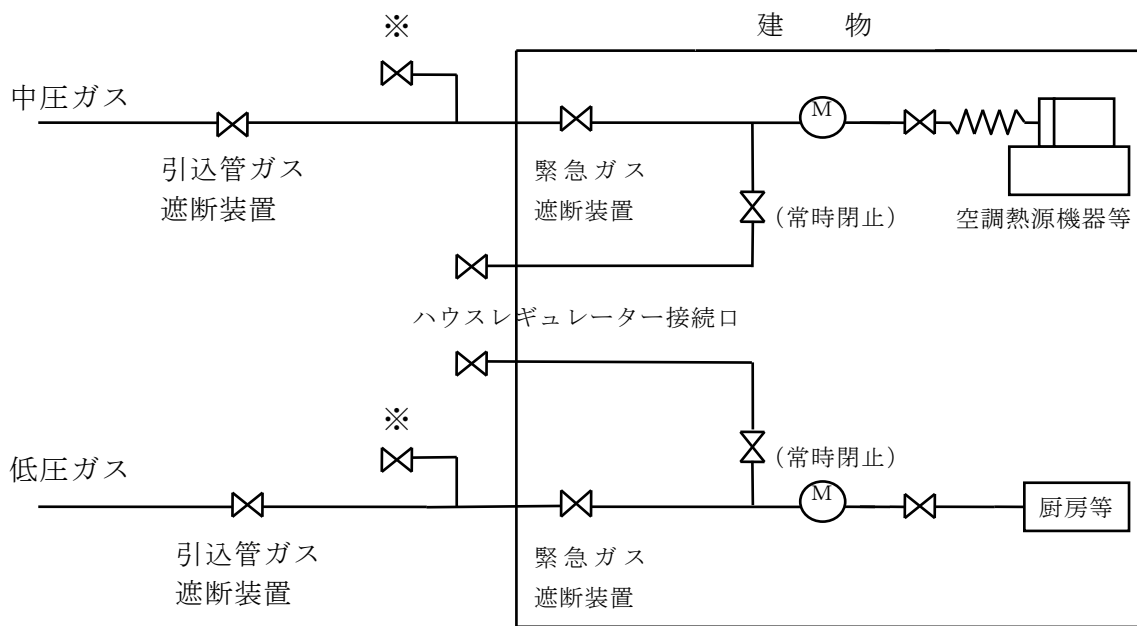



図４．１．４－４　中低圧二系統引込み例（ハウスレギュレーター接続口設置、地震発生後レギュレーター設置稼動）

２）移動式ガス発生設備等の代替設備の活用　（α）

パイプラインによるガス供給が万一停止した場合でも、ガス設備が利用できるよう、必要に応じて代替設備を検討する。

都市ガスの代替設備としては、以下のものが考えられる。

①移動式ガス発生設備（ガス事業法技術基準第一条）

移動式ガス発生設備とは、既に供給しているガスの使用者に対し、地震時等において､ガスを一時的に供給するための移動が可能なガス発生設備である。［参考資料Ⅲ参照］

移動式ガス発生設備を活用するためには、予め当該設備と接続するための接続口を設けるとともに、緊急時の連絡、手順等についてガス事業者と協議しておく。

②ＬＰＧボンベによる臨時供給

地震後、パイプラインによるガス供給が万一停止した場合、ＬＰＧボンベの設置及びガス機器の調整（都市ガス用からＬＰＧ用）若しくはＬＰＧ用機器への取替えにより必要とする機能を確保する。

３）ＬＰＧ設備の併設　（β）

パイプラインによるガス供給が万一停止した場合でも、非常時の炊き出し機能等が確保できるようＬＰＧ設備の併設を検討する。

厨房設備等の一部をＬＰＧ供給による設備とすることにより、地震時にパイプラインによるガス供給が停止した場合でも、炊き出し等調理加熱機能の一部を確保することができる。［図４．１．４－５参照］

この場合（特に同一室内に併設される場合）は、二種類のガスが通常時にも使用されることになるため、ガス漏れ警報器の種類及び設置位置等に留意するとともに、異なるガス種用の機器を誤って設置しないようガス種を明確に表示する等普段の維持管理に十分注意する。

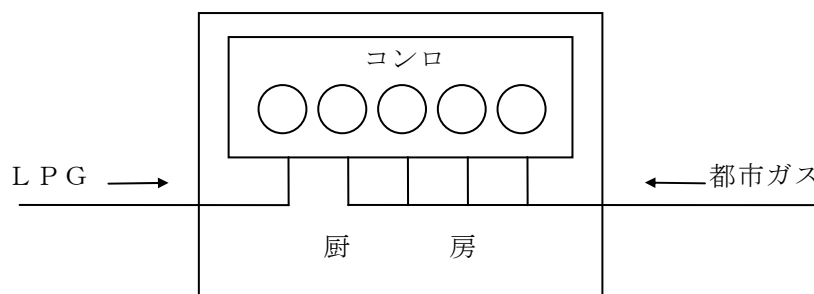



図４．１．４－５　ＬＰＧ設備の併設の例

（２）耐震強化　（γ）

１）埋設配管　（γ）

埋設配管は、地盤変位吸収能力に優れた材料、接合方法を使用する。

敷地内の埋設配管は、地盤変位を吸収するために配管材料自体の可とう性が高いポリエチレン管、溶接接合鋼管又は、地盤変位を継手部で吸収するメカニカル接合の鋼管若しくはダクタイル鋳鉄管を使用する。

２）建物導入部の配管　（γ）

建物導入部の配管は、建物と周辺地盤との相対変位を吸収するために、配管材料自体の可とう性、変位吸収能力の高い継手及び配管系を組み合わせる。

建物導入部は、一般埋設部より地震時における地盤の相対変位が大きいため、上記１）の配管材料、接合方法を用いるほか、液状化地域等を考慮し、想定される変位量に応じて図４．１．４－６に示す継手及び配管系を組み合わせる。

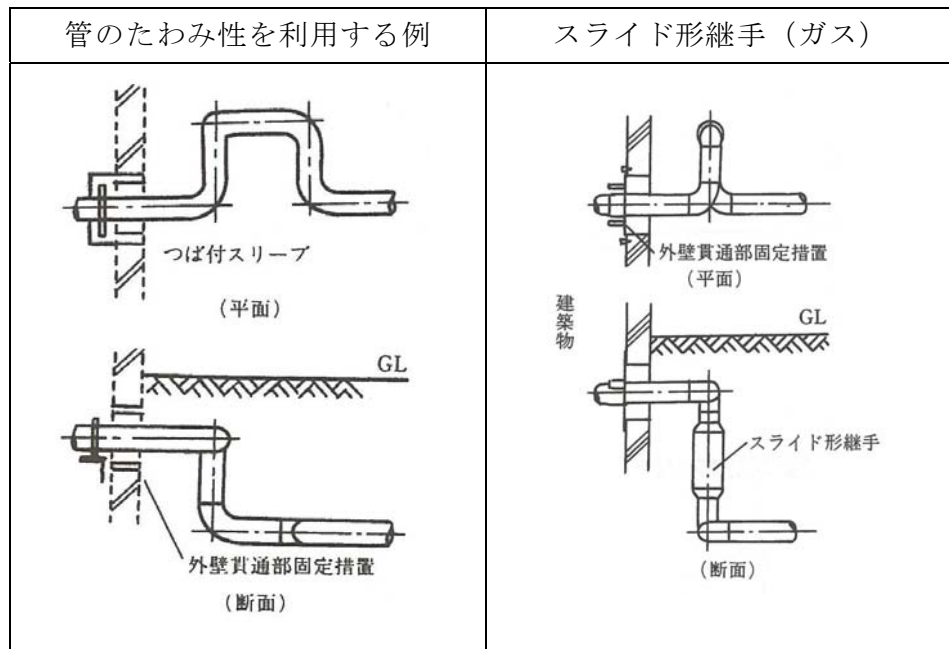



図４．１．４－６　建物導入部の配管例

出典：建築設備耐震設計・施工指針 2005 年版（一財）日本建築センター

３）横引配管及び立て配管　（γ）

［第４章　４．１．１　電気設備・機械設備共通の設備耐震対策参照］

４）緊急ガス遮断装置の設置　（γ）

緊急ガス遮断装置を設置する。

地震時に建物内へのガス供給を迅速、かつ、確実に遮断できるよう防災センター等から遠隔操作でガスを遮断する緊急ガス遮断装置を設置する。

［図４．１．４－７参照］

なお必要に応じて警報器連動及び感震器連動を考慮する。

５）引込管ガス遮断装置の設置　（γ）

防災拠点等には、引込管ガス遮断装置（手動）を設置する。

建物外部において、建物内部へのガス供給を確実に遮断できるよう引込管に手動のガス遮断装置を設置し、ガス事業者又は、所轄の消防局が操作できるよう予め協議をしておく。［図４．１．４－７参照］

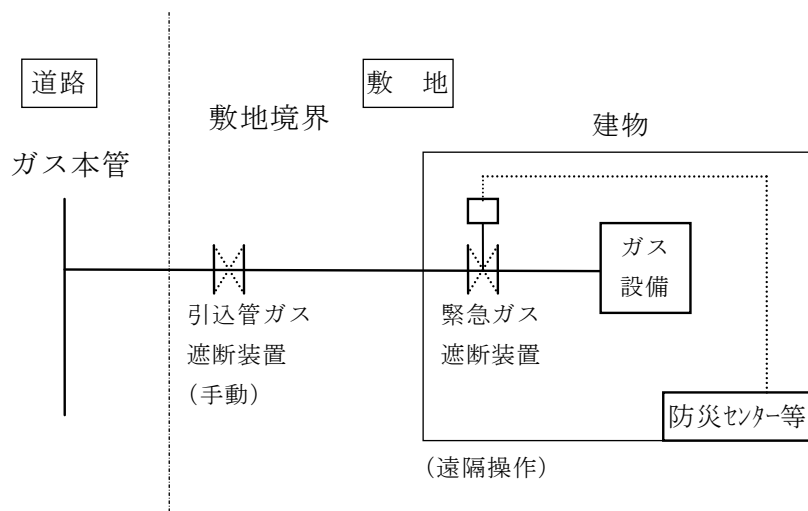



図４．１．４－７　ガス遮断装置の設置例

４．１．５　昇降機設備の設備耐震グレードに応じた付加措置

（１）システムの強化　（β）

１）非常用電源の確保　（β）

非常用電源の確保を図る。

防災拠点の活動上商用電源が通電するまでの時間、エレベーターの運行を確保する必要から予備電源の確保が望ましい。

２）地震時管制運転装置の設置　（β）

地震時管制運転装置の設置を図る。

地震時にエレベーターに乗っている乗客を最寄り階で降ろして避難させ、二次災害を未然に防止するための地震時管制運転装置を設置する。中地震以上の地震では、エレベーターは運転休止となるが、防災拠点の活動上、専門技術者による早期の点検復旧を行い、運転再開をさせる必要があるため、エレベーター保守会社と地震後の早急な点検と復旧が行われるよう協定をしておく必要がある。

３）長周期地震動による機器被害発生の防止　（β）

高さ120m超のビルのエレベーターには、長尺物振れ管制運転システムを設ける。

超高層ビルに設置されたエレベーターのロープ等の長尺物は、通常のＳ波地震感知器では感知できない周期が数秒以上の小さな地震動でも、建物との共振によって大きく振れ、昇降路内機器に引っ掛かるおそれがある。高さ 120m を超える建築物のエレベーターには、長周期地震感知器を機械室に設置し、感知器が検出した加速度の大きさと、建物の固有周期の数値に基づいて、長尺物の振れ幅をリアルタイムに予測演算し、予測された振れ量の大きさにより最適な管制運転を行わせる長尺物振れ管制運転システムを設けることが望ましい。長尺物振れ管制運転システムは昇降機耐震設計・施工指針(2009 年版)に規定されているが、長尺物の振れ量と検出時の動作は次表のようになっている。

表４．１．５－１　長尺物の振れ量と検出時の動作

感知レベル	〔振れ低〕	〔振れ高〕
長尺物の振れ量	〔振れ高〕の 50～70%程度の振れ状態	長尺物が昇降路機器と強く接触し昇降路機器が変形する可能性のある振れ状態
検出時の動作	最寄階停止とする。停止後、一定時間経過した後、平常運転に復帰。	最寄階停止とする。保守員の点検後、もしくは、自動診断仮復旧運転の後、平常運転に復帰

４）地震時に比較的強いエレベーター　（β）

防災拠点には、地震に比較的強いエレベーターの設置が望ましい。

直接式油圧エレベーターは、メインロープ、釣合おもりがなく、機械室が一階又は、地階に多い等のために、ロープ式エレベーターに比べて耐震性に優れている。但し、駆動用の圧油は消防法で危険物として扱われる品名リストに掲載されたものであるので、地震火災発生時に当該エレベーター機械室や昇降路に延焼が及ばないよう配慮しておく必要がある。油圧エレベーターはシリンダーやプランジャーの長さに制限があるので、高行程の用途には対応できないので、その場合には、耐震クラス S_{09} の機械室のあるロープ式エレベーターが望ましい。

（２）耐震強化　（γ）

防災拠点等に設置される昇降機の耐震強化については、1995 年の阪神・淡路大震災や 2011 年の東日本大震災等の被災事例から詳細に検討し、その結果、防災拠点等に設置されるエレベーターの内、最低１台は、「昇降機耐震設計・施工指針 2009 年版」の耐震クラス S_{09} の耐震性強化措置が取られた（仮称）緊急用エレベーターを設置することが望ましく、地震後においても点検後に速やかに使用可能な構造であることが必要である。

緊急用エレベーターの各部位の耐震強化策については、「昇降機技術基準の解説-2009 年版」（編集（一財）日本建築設備・昇降機センター及び（一社）日本エレベーター協会）の分冊である「昇降機耐震設計・施工指針 2009 年版」に従って行うものとし、この指針に示されていない対策事項等については、緊急用としての考慮から、望ましい対策事項等を提案するものである。

①　緊急用エレベーターは、耐震クラスをＳ$_{09}$とする。
②　非常用エレベーターは、耐震クラスをＳ$_{09}$又は、Ａ$_{09}$とする。
③　一般用エレベーターは、耐震クラスをＳ$_{09}$又は、Ａ$_{09}$とする。

昇降機設計用標準震度は表４．１．５－２により行うものとする。

表４．１．５－２　昇降機設計用標準震度

評価機器区分	建築物区分	建築物位置	支持構造	設計用水平標準震度	
				耐震クラスA_{09}	耐震クラスS_{09}
エレベーター昇降案内機器(注 1)	60m 以下	2 階以上	弾性支持	0.6	1.0
		1 階及び地階		0.4	0.6
	60m 超え	建築物の全高 1/4 上層階		$0.2\kappa_1 \cdot \lambda$	$0.3\kappa_1 \cdot \lambda$
		上層階を除く 2 階以上		$0.3\kappa_1$	$0.45\kappa_1$
		1 階及び地階		0.4	0.6
	基礎免震	免震全階		$0.2\kappa_1$	$0.3\kappa_1$
エレベーター懸垂機器(注 2) エスカレーター本体	60m 以下	2 階以上	防振	1.0	1.5
			固定	0.6	1.0
		1 階及び地階	防振	0.6	1.0
			固定	0.4	0.6
	60m 超え	建築物の全高 1/4 上層階	防振	$0.3\kappa_2 \cdot \lambda$	$0.45\kappa_2 \cdot \lambda$
			固定	$0.3\kappa_2$	$0.45\kappa_2$
		上層階を除く 2 階以上	防振	$0.4\kappa_2$	$0.6\kappa_2$
			固定	$0.3\kappa_2$	$0.45\kappa_2$
		1 階及び地階	防振	0.6	1.0
			固定	0.4	0.6
	基礎免震	免震全階	防/固	$0.3\kappa_2$	$0.45\kappa_2$

(注 1)レール、レール支持部材、ガイド装置、主索、調速機ロープ他
(注 2)制御盤、巻上機、そらせ車、機械室なしレール、主索、調速機ロープ、釣合おもり枠
(注 3)κ_1は設計地震動レベル 1 での応答倍率、κ_2はレベル 2 での応答倍率
(注 4)λは建築物の全高 1/4 の上層階での機器応答倍率

１）綱車、そらせ車、張り車等のロープ溝からの離脱防止　（γ）

ロープ溝からの離脱防止対策には、ロープガードが有効である。

深溝タイプより強震時においても確実性が高い。

２）ロープ等の引っ掛かりを防止　（γ）

昇降路内のメインロープ等の引っ掛かりの防止を図る。

「昇降機耐震設計・施工指針 2009 年版」に引っ掛かり防止対策が記述されている。この指針で示された引っ掛かり防止措置を採用すべきである。またロープ等の支点が長い場合、昇降路内のかご用メインロープ、釣合おもり用メインロープ、調速機用ロープ等のロープ相互の引っ掛かり、昇降路内突出物等への

引っ掛かりを防止するためロープ等の移動部分を区画することが望ましい。この場合においては、有効な保守点検が可能な構造、保守点検時の挟まれ防止等を配慮すること。

３）制御盤等の機器内部の耐震性の確保　（γ）

制御盤等の機器内部の耐震性の確保を図る。

制御盤等の機器内部の耐震性については、各製造業者に耐震仕様の検討を行わせる必要がある。

４）釣合おもりの脱落防止　（γ）

釣合おもり枠と釣合おもり片の脱落防止を図る。

釣合おもりの脱レール防止については、平成 20 年国土交通省告示第 1494 号に規定されているが、釣合おもり枠及び釣合おもり片で構成される釣合おもりの脱落防止については、平成 25 年国土交通省告示第 1048 号［参考資料Ⅳ参照］の規定に準拠すること。この告示では以下の内容が規定されているので、この確認と対策を行う。

①釣合おもり枠は、左右のたて枠と上下枠から構成され、設計用水平標準震度 0.6、設計用鉛直標準震度 0.3 の地震力が加わった場合に、各枠の断面に生ずる応力度が短期許容応力度を超えないことを確認すること。
②地震荷重によって、釣合おもりのたて枠が左右に広がり、釣合おもり片が枠から脱落しないようにすること。
③釣合おもり片及び釣合おもりの上下の枠を全て貫通するボルトを設置するなど釣合おもり片が脱落するおそれのない措置を講ずること。
（上記①の他、②又は③の対策を行う。）

５）昇降路内のスイッチ類の防水性の確保　（γ）

昇降路内のスイッチ類の防水性の確保を図る。

給水設備等からの地震時の漏水による被害から電気系統の復旧時間を短縮するために設置が望ましい。

６）昇降路ピット集水桝の設置　（γ）

昇降路ピット集水桝を設置する。

給水設備等からの地震時の漏水等によるピット内の水を有効に排出するための格子蓋付きのピット集水桝を設けるとともに、可搬排水ポンプを用意することが望ましい。（ただし、特定行政庁との協議による。）

７）主要な支持部分の構造耐力上の安全性の確認　（γ）

ガイドレール等のかごの主要な支持部分の構造耐力上の安全性を確認する。

地震力によって、かごの主要な支持部分が損壊し、かごの落下をもたらしてはならないので、平成 25 年国土交通省告示第 1047 号［参考資料Ⅳ参照］に規定されている以下の方法で主要な支持部分の構造耐力上の安全性の確認を行う。

①かご枠や積載荷重等の昇降する部分の荷重を静荷重の 1.3 倍を見込み、水平方向が重力の 0.6 倍、鉛直方向が重力の 0.3 倍の地震力が作用したときのかごの支柱であるガイドレールやその他のかごの主要な支持部分の部材の応力度を算定する。

②算定された応力度が令第 90 条に規定された短期許容応力度を超えないことを確認する。

③主要な支持部分の鋼材等が平成 12 年建設省告示第 2464 号に掲載されていない場合には、規格に定められた鋼材等であることを確かめた上で、その規格に定められた引張強さを平成 12 年建設省告示第 1414 号（強度検証法）［参考資料Ⅳ参照］で規定された安全装置作動時の安全率で除して求めた数値を超えないことを確認する。

８）エスカレータートラス等の建築物のはり等からの脱落防止　（γ）

建築物の層間変位によるエスカレータートラスの建屋はり等からの脱落防止を図る。

地震時に建築物に生ずる層間変位によって、エスカレータートラスの支持アングルが建築はり等から外ずれ、エスカレーターが下階に落下するおそれがあるので、平成 25 年国土交通省告示第 1046 号［参考資料Ⅳ参照］の規定により当該建築物のエスカレーター設置階の層間変位を算定し、トラス支持アングルが建物はり等から外れるおそれのある場合には、以下の対策を行う。

①トラス支持アングルを長くし、外れないようにする。

②トラス圧縮側の層間変位によってトラスが圧縮される場合、トラス部材の座屈等により、トラスが落下しないことを等価実験や構造解析によって確認する。

③①項での対応が困難である場合には、トラス支持アングルが建物はり等から外れたときに、トラスを落下させないための脱落防止措置を講ずる。

４．２　設備対津波対策

４．２．１　電気設備の設備対津波グレードに応じた付加措置

設備対津波グレードＧＳやＧＡを目指すには、当該施設に適した付加措置を検討し、適切に選定する。

津波による浸水の可能性のある防災拠点等では、機能の確保に必要な電気設備に対津波の浸水防止対策（γ）を施すが、津波による不測の事態への対応や津波が引いた後の速やかな復旧対応を考慮し、代替設備・応急設備や設備システムの強化・備蓄を検討する。なお地震対策に記した事項は合わせて行う必要があるので、表３．３－１などの当該記載箇所を参照する。

以下、対津波に関する電気設備の諸方策を記すが、防災拠点等の施設で求められる機能に応じたものを選定する。

（１）代替設備・応急設備　（α）

１）受変電設備　（α）

①電源車の利用対応

電源車の接続に対しては地震対策に記載の通りだが、電源車を接続する部分或いは接続盤は浸水防止ライン以上の場所に設置する。この場合、接続ケーブルの長さが足りるか確認の上、ケーブルルートを確保する。接続ケーブルの長さが不足する場合は、仮設のケーブルと途中接続用の仮設盤を浸水防止ライン以上の場所に備える。

②可搬型発電機の利用対応

可搬型発電機は、浸水防止ライン以上の場所に備え、人力で必要箇所に運搬できる重量・大きさのものとするか、その場所から必要負荷へ供給できるように接続盤・幹線・負荷盤を設備する。可搬型発電機の燃料は、津波後の入手性を考慮して選定する。

③仮設分電盤の用意

津波が引いた後で、浸水した階や外構の清掃或いは清掃後の利用に備え、浸水しなかった健全な配電盤等から仮設幹線ケーブルを敷設して仮設分電盤から電力を供給できるようにする。仮設分電盤等に接続できるコンセント付ケーブル・リールやテーブル・タップなども施設の用途と規模から必要数を浸水防止ライン以上の場所に備える。

２）照明設備　（α）

①屋上等の投光器利用対応

構内のポール灯や街路灯は津波で使用不能となる可能性があるので、その代替として屋上等に投光器を設け、外構の必要箇所を照射できるようにする。この電源は、建物の非常用発電機或いは可搬型発電機等から供給できるものとするか、太陽電池や蓄電池付の投光器とする。

３）電話・通信設備　（α）

①衛星通信・衛星電話の利用対応

可搬型 VSAT 装置等を保管する場合は、浸水防止ライン以上の場所に備え、人力で必要箇所に運搬・配備できる重量・大きさのものとし、端末装置或いは建物内の通信制御装置に接続できるようにする。可搬型 VSAT 装置等への電源は、非常用発電機回路コンセント或いは可搬型発電機等から供給できるものとする。なお、これらの使用にあたっては、日頃の使用訓練が有効である。

（２）設備システムの強化、備蓄　（β）

１）受変電設備　（β）

①異系統予備の電力引込

津波対策として、常時用の地中引込と電柱による予備用架空引込（引込場所は浸水防止ライン以上）の異工法２ルート引込を行い、いずれかが生き残ることを期待することと津波後の復旧（電柱を用いた架空引込による復旧が想定される）への対応容易性に備える。

２）太陽光発電設備の利用対応　（β）

①自立運転機能付・蓄電池付の設置

自立運転機能付・蓄電池付の太陽光発電設備（パワーコンディショナーや負荷への供給盤を含む）を浸水防止ライン以上の場所に設置し、供給可能とする負荷を予め選定して電力供給設備を構成する。なお海に近く屋外に設置される設備は塩害に対応した仕様のものとする。

３）自家発電設備　（β）

①運転時間・燃料備蓄量の設定

発電機燃料は、設備対津波グレードに基づく発電機運転時間に必要な量を備蓄する。この場合、当該立地における燃料の津波後入手性、燃料運搬車が建物に至る津波後の道路復旧の想定などから、備蓄量を地震対応だけのものよりも多く設定することも有り得るので検討する。

②津波時の回路事前切り離し制御

地震により商用が停電し、発電機運転になった際に、津波により下層の消火ポンプや給水ポンプなどの盤が水没して短絡等の事故が起きると遮断器で当該回路を切り離すことになるが、その電流値と時間の関係から切り離しのタイミングによっては発電機側が過負荷停止することも起こり得る。そのため地震後、津波のおそれがある場合は保守員によって当該回路を事前に切り離すか、漏水センサーなどを組合せて津波時に自動的に回路を切り離す制御機能を持たせる。

４）蓄電池設備　（β）

①非常照明への対応

下層水没による３）②の状況は非常照明の点灯回路にも当てはまり、蓄電池設備全体の供給不能状態を回避する方策が必要だが、非常照明の回路は事前には切り離せないので、浸水が想定される階の非常照明を電池内蔵型とするか、階別などに蓄電池を設ける分散設置を採用する。

５）電話・通信設備　（β）

①異系統予備線引き込みの付加

通信線の本線・異系統予備線引き込みは、架空引込と地中引込の異工法とすることが望ましい。本線・異系統予備線が両方とも地中引込となる場合は、念のためマンホールのふたを水密型とする。洗堀を避けるため、建物への引込部は地中の浅い位置とならないよう注意する。

建物の屋側には引込配管を露出工事で立ち上げないこととする。引込線は建物内の堅固な（RC 造等）のシャフト内を通して浸水防止ライン以上の場所に通信事業者との責任分界点となる主端子盤を設ける。通信事業者に主端子盤まで建物内のケーブル通線工事を行ってもらうことになるので事前に協議する。

（３）設備の浸水防止措置・屋外設備の措置　（γ）

１）受変電・自家発・蓄電池設備　（γ）

①浸水防止ライン以上の場所への設置

受変電設備、自家発電設備、蓄電池設備は浸水防止ライン以上の場所に設置する。また津波後に防災拠点等の活動を行う場所に必要なコンセント、照明、空調換気動力などの電気負荷と供給元の盤は浸水防止ライン以上の場所に設ける。

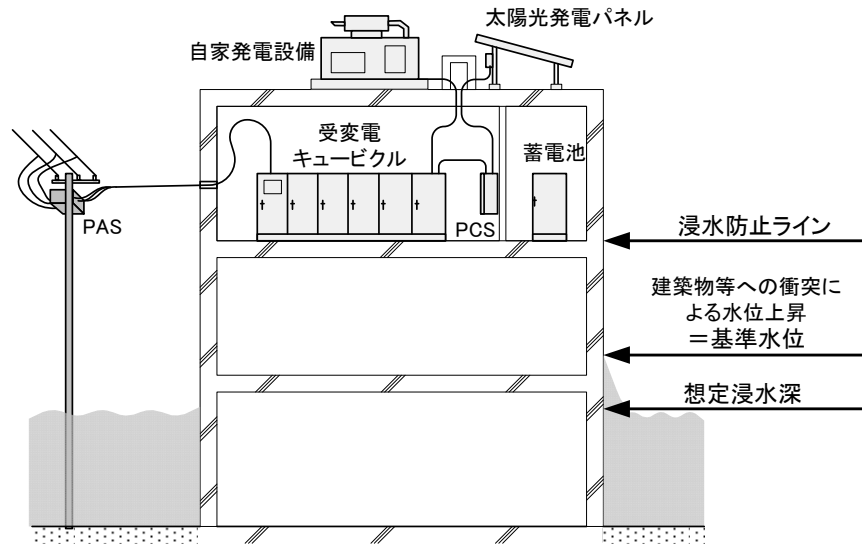



図４．２．１－１　浸水防止ライン以上の場所への設置のイメージ図

なお電気室等に通ずる給排気口やそのダクトの口などが浸水防止ラインより下の場所にないことを確認すること。

②電力引込設備

立地の配電網状況による物理的制約の他に、浸水深と漂流物の影響、電力会社との財産分界点となる高圧キャビネットの浸水影響なども考慮し、受電方式の選択を行う。

（ア）架空引込の場合

柱上機器（PAS やその付属機器など)、建物への引込位置は浸水防止ライン以上の高さに設ける。引込柱は漂流物の衝突が想定される場合は、それを避けられるような工夫を施した構造物にすることが考えられ、検討が必要である。

（イ）地中引込の場合

電力会社の高圧キャビネットを浸水防止ライン以上の場所に設けられないか、検討する。また地中ケーブルはハンドホール内等で接続することは避ける。地中から建物への引込管路には建物側の管端に止水材料を設け、その止水材料が長時間の止水に耐えられる仕様のものか確認する。

屋側には引込管路やボックスを設けず､建物の EPS 等を通すようにする。

２）発電機燃料設備の措置　（γ）

発電機燃料を多く備蓄する場合で、発電機容量によっては大きな容量の燃料タンクを別置することが必要になり、燃料移送ポンプや給油口を設けるが、津波後に燃料を使い切った場合の燃料補給に備え以下の対応を行う。（燃料

備蓄量が少なく、燃料移送ポンプや給油口を設けない場合は以下の考慮は不要。法規で定められた移動容器により燃料をタンク近くに運び、手動のウイングポンプにより給油する）

①屋内タンクの場合の措置

屋内タンクは浸水防止ライン以上の場所に設ける。タンクから発電機に燃料を移送するポンプが必要な場合も浸水防止ライン以上の場所に設ける。

燃料補給の対応として給油口ボックス（必要に応じて圧送ポンプ付）も浸水防止ライン以上の場所に設置する（給油車が寄り付いて給油ホースのルートが確保できて給油車から燃料圧送が可能なことを確認する）。

給油口ボックスについて上記の対応が困難な場合はRC躯体・水密扉の給油ボックス室を設けてその中に給油口ボックス・圧送ポンプを設けることや、どうしても屋外の壁面や自立型ボックスとなる場合は、それらが津波と漂流物で損傷を受けても支障を最小限とするような対応を検討する。

②地下タンクとなる場合の措置

危険物規制から地下タンク貯蔵所とせざるを得ない場合は、燃料移送ポンプは地下タンク内に設ける油中ポンプとし、地下タンクのマンホールを水密性のあるもの（耐水圧とその耐時間の確認）とすることを検討する。

給油口ボックスの対応は①屋内タンクの場合と同様とする。

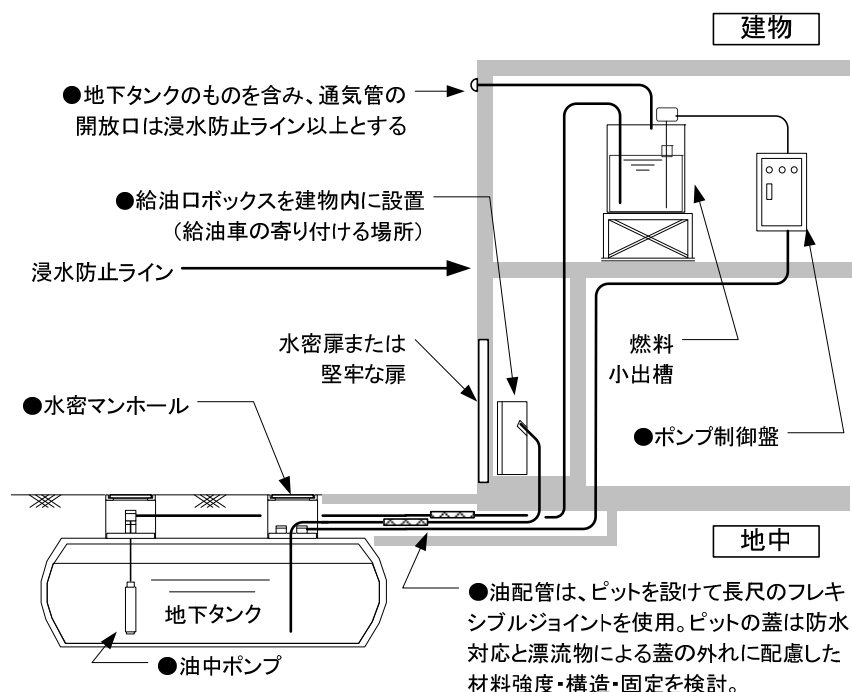



図４．２．１－２　燃料タンク・燃料移送ポンプと給油口などの対応例

なお燃料移送ポンプは2台設けて1台異常時のバックアップ運転を可能とすることや、可搬型の移送ポンプを準備しておいて、津波が引いた後に地中タンクから汲み上げる対応方法もあり、検討する。

但し可搬型移送ポンプによる方法は所轄消防・危険物係の事前承諾が必要なので確認する。可能な場合は可搬型移送ポンプを浸水防止ライン以上の場所に用意しておき、その電源は距離を離した位置に設けた可搬型発電機からの供給を前提に計画し、必要な電源容量及び電源コード長さを備える。

３）電力幹線等の系統分け　（γ）

電源を上層階に設けて浸水を免れるとしても、配電盤二次側の幹線・負荷盤が浸水すると短絡・地絡により主電源機器側が停止してしまうという波及事故を生じる可能性がある。このため幹線は階別に分け、浸水部分を非浸水部分から切り離せるようにする。重要幹線が供給する盤は浸水防止ライン以上の場所に設けられたものとする。

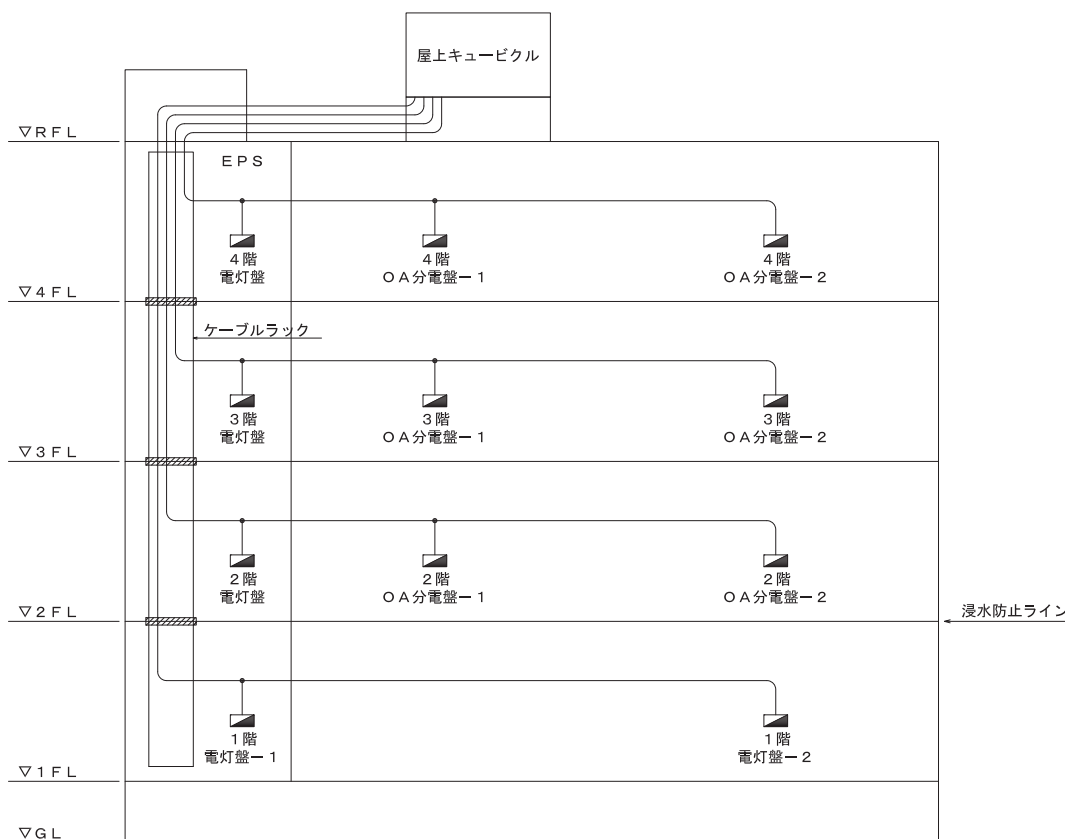



図４．２．１－３　電力幹線の系統分けの例

浸水部分と非浸水部分の両方の盤に供給する幹線や、浸水部分の盤に対して非浸水部分の盤から供給する幹線・配線にならないよう注意する。

またエレベータピットのコンセント回路など、盤は浸水しなくてもその二

次側の負荷が水没するおそれのある回路は専用の漏電遮断器回路とし、浸水があれば速やかに切り離せるようにする。

４）動力設備　（γ）

排水ポンプや雑用水給水ポンプに電力供給する動力盤は、浸水防止ライン以上の場所に設置する。水中ポンプの付属ケーブルは途中ジョイントなしに当該動力盤に接続する。

これらの水中ポンプ用回路の遮断器は電動操作式とし、ポンプの操作・確認がしやすい位置に取り付けた遠方操作盤内にその操作スイッチを設ける。遠方操作盤が浸水した場合は、その遠方操作信号回路を当該動力盤にて切り離せるようにする。電極棒等の保持器のカバーは、屋外防雨型（可能であれば防水型)、電極棒から動力制御盤までの信号ケーブルは、途中無接続とするとともに、盤内の液面リレーは、手動－自動の切替を設けて津波により電極信号系統が障害を受けた際には切り離して手動でポンプ運転を行えるようにする。

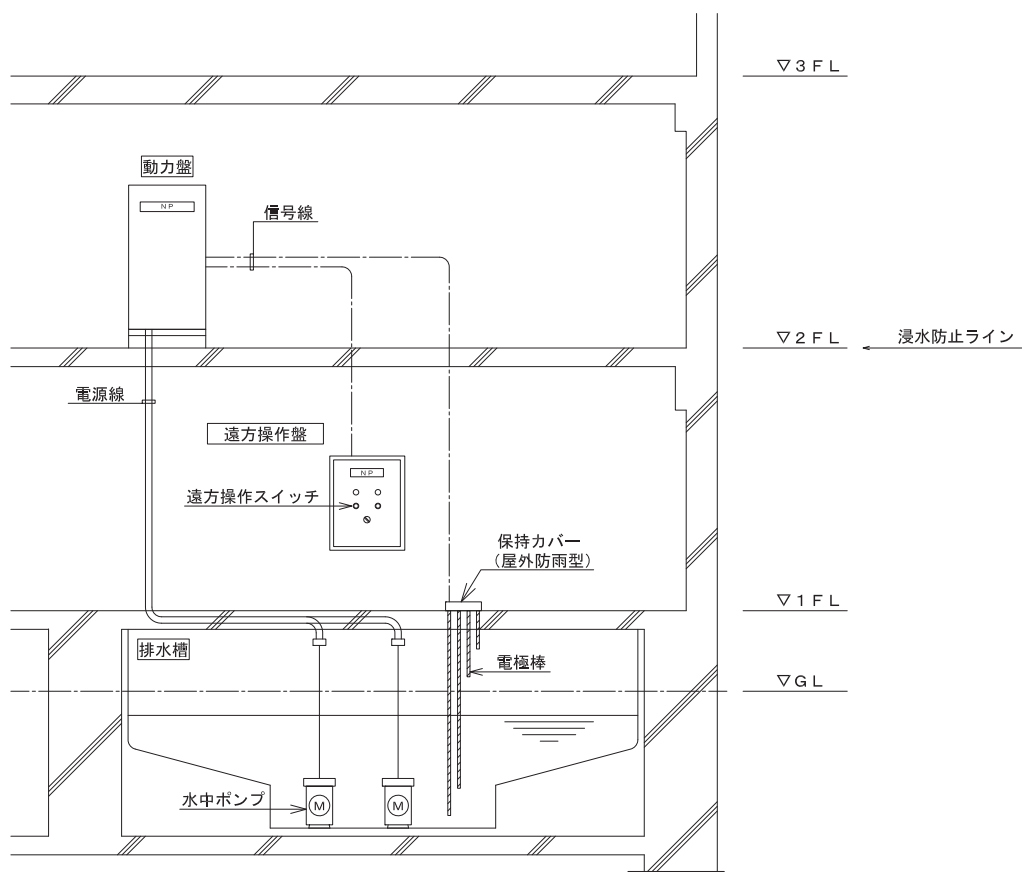



図４．２．１－４　排水ポンプの電気設備の構成例

なお後日の復旧性を考慮すると上水給水ポンプの動力盤も浸水防止ライン以上の場所に設置することが望ましい。

５）防災設備、監視制御装置、通信装置等の上階設置　（γ）

自火報受信機、非常放送アンプ、中央監視制御装置、非常時に使用するＴＶ共同受信の増幅器、通信装置、それらの弱電幹線を集線する端子盤は浸水防止ライン以上の場所に設置する。

但し日常の防災管理が１階である場合は中央装置を主装置・副装置の二つ設け、主装置を浸水防止ライン以上の場所に設置し、1 階の副装置が浸水した場合は上階の健全な主装置により地震後の火災感知・避難誘導放送の機能を確保する。但し防災設備の主装置・副装置対応については所轄消防と事前に協議し承諾を得ることが必要である。

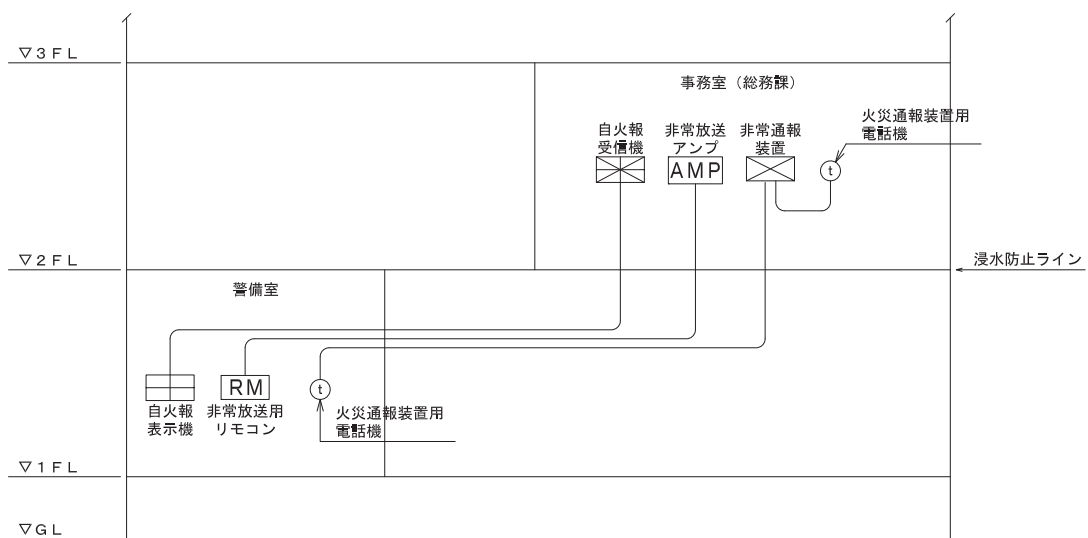



図４．２．１－５　防災設備・通信装置のシステムの構成例

６）弱電幹線の系統分け　（γ）

防災設備、監視制御装置、通信装置などの弱電幹線は階別に分け、浸水部分を非浸水部分から切り離せるようにし、波及障害防止と浸水部分からの警報継続キャンセルによる健全部の機能確保を行う。

自火報設備でＲ型システムの場合は、階ごとに幹線系統を分ければ、浸水していない階は正常に機能できる。また非常放送設備も配線を浸水しない階に集め、そこから各階別に配線すれば非浸水部分はそのまま機能できる。但し浸水時、装置内のヒューズが切れるため、その予備品を確保する。

４．２．２　機械設備の設備対津波グレードに応じた付加措置

設備対津波グレードＧＳやＧＡを目指すには、当該施設に適した付加措置を検討し、適切に選定する。

（１）重要設備の設置階　（γ）

重要設備は、関連設備を含めて浸水防止ライン以上の場所に設置する。

関連設備で一部１階近傍などに設置せざるを得ないものは、防水ドア付の室などに設置する。そのような室がない場合には、機器は防水仕様としたり、水中型機器とする。また、浸水のおそれがある高さに設置する機器用の手元制御盤などは、浸水防止ライン以上の場所に設置したり、防水型とする。

［図４．２．１－４参照］

（２）雑用水用受水槽を構造躯体利用とする　（β）

雑用水用受水槽を津波に強い構造躯体利用型（２槽）とする。さらに津波後にも運転できるように揚水ポンプは、水中ポンプを複数台設置する。なお、屋内消火栓ポンプなど消防用設備も必要あれば水中ポンプとする。

また、災害の想定により雑用水を飲用にも使用できるようにするには、緊急ろ過装置の設置なども検討する。

（３）排水設備の整備　（β）

防水ドアなどを利用した地下などの重要設備設置室に漏水してくる水を排水したり、浸水後に地下階など自然に水が引かない室などからの排水をする排水ポンプ設備を設置する。

浸水被害後に早急な復旧を目指すには、素早い排水と設備機器などの洗浄、点検などの応急措置が必要である。

第５章　運用の強化

５．１　運用管理体制の強化

災害時に設備機能を確保するためには、日常の維持管理と運転管理を充実させ、災害直後の被害状況把握と運転管理責任者の適切な判断により早急な復旧措置をとることが必要である。 しかし、運転管理要員が常駐していない施設もあり、外部からの支援を求める体制を個別施設ごとに検討する。

災害時に機能すべき設備の維持管理と運転管理にはいくつかの課題を抱えている。阪神・淡路大震災の被害報告の中に、設備維持管理・運転管理に係る被害事例がいくつか報告されている。

一方、災害時に活動が期待される維持管理と運転管理要員は合理化の故に少人数になっていく傾向にあり、災害時に外部からの支援を求める体制について検討しておくことが重要である。

（１）国土交通省大臣官房官庁営繕部の動向

国土交通省大臣官房官庁営繕部では、平成 15 年 3 月に官庁施設として必要な耐震性能を確保することを目的に「官庁施設の総合耐震計画基準」を基準として決定した。その後、改定が重ねられ、平成 25 年 3 月の改定では、津波に対する機能確保の項目が加えられ、名称も「官庁施設の総合耐震・対津波計画基準」となった。

また、同年 2 月、東日本大震災の教訓による災害時の行政機能維持、津波発生時の官庁施設の機能確保の考え方の整理、津波防災診断の実施、等をポイントとした「大津波等を想定した官庁施設の機能確保の在り方について」社会資本整備審議会答申が公表された。翌々月の 4 月 16 日には、「官庁施設の総合耐震・対津波計画基準」に定める津波防災に係る診断についての標準的な方法として、「官庁施設の津波防災診断指針（平成 25 年 4 月版）」が制定された。

（２）運転管理責任者と要員の確保

災害直後の運転管理要員の確保は非常に重要である。特に運転管理責任者が早期に現場に到着することと、初動期間中の外部の支援者を含めた要員の確保策を予め検討し、指揮体系を含めて現場での即応体制がとれるように留意する。

過去の震災でも運転管理責任者や運転要員の初動が災害の拡大防止と早期復旧に大きな影響を与えたことがわかっている。災害時には現場管理要員は、上位権限者に状況報告を行い、対処については指示を仰がなければならない仕組みになっていることが多ことから、運転管理責者は現場に真っ先に駆けつけ、適切な指示をする必要がある。

しかし、維持管理・運転コストの経済性を図るために、維持管理・運転要

員の数は減される傾向にあり、現場常駐員のいる施設は極めて少なくなっているので、外部からの支援を求める体制については検討しておくことが重要である。この応急対応要員は施設の内容を熟知していることが望ましく、個々の施設の非常時対応事項の作成／変更等の際にも協力が得られていることが、なお一層望ましい。

また、運転管理要員がいる場合でも、このような体制をバックアップ体制として整備しておくことが、大地震後の対応策の素早い実施を図れることから望ましい。

５．２　維持管理

災害直後に被災状況を把握した適切な運転管理を行うには、日常の維持・運転管理を充実させるとともに、各種の法定点検や定期点検などを確実に行っておく必要がある。日常訓練では災害を想定した目視、触診などによる点検を確実に行い、運転管理要員の対応技能の向上を図る。特に、ライフラインの途絶を前提とした災害における電源と緊急用水との確保に留意する。

（１）日常の重要設備の運転管理と災害時対応

日常の運転管理は設備・システムが正常状態であることの運転確認業務であると考える。各種の法定点検、日常点検、定期点検、当該施設で災害後に運転する重要設備の運転は災害後を想定した状態で確実に行い、設備の正常さを確認しておくことが、災害後の運転管理に極めて有効となる。

しかし、災害では予期せぬことも生じる可能性があるが、災害時対応は日常訓練を基に対処することが大切である。運転管理における災害後対応事項の熟知と対応技能の向上とが重要であることは論を待たない。

また、災害時の非常電源の確保には施設統括者と協議した設備機能の供給状態に合わせた運転状態による消費油量の把握と備蓄量や補給予測が重要である。

さらに、緊急用水の確保には井戸が重要な役割を果たす。井戸やそれ以外の水源利用の可能性を常に検討しておく。

（２）災害直後の当該施設固有の事情に対する配慮

災害時対応事項には施設固有の事情があり、施設ごとに定めておかなければならない。経験的にいえば、一般的なマニュアルは膨大な頁を要する故にそのままではあまり役に立たない。例えば、自家発電設備の機種や空調・衛生用熱源の機種等は個別施設ごとに異なっていて実際の対応動作が異なってくるからである。

阪神・淡路大震災の被害例では、軽微な異常が生じた場合に、簡単な点検により運転の継続が可能であると思われるものにも拘わらず、長時間運転が停止されたままであった重要設備機器（自家発－常用切替盤）もみられた。

また、用水の確保でも、漏水箇所の閉塞、井戸など応急補給の受入利用等、機転を利かせた対応が必要になってくる。施設ごとに災害時対応事項を整備し、災害時を想定した定期訓練などにより対応技能の向上を図っておく必要がある。

（３）災害時の運転管理

防災拠点等では災害後の点検と損傷を最小限におさえる緊急措置、状況把握に基づいた重要設備機能の早期供給が必要で、設備システムごとの応急復旧管理体制を組織して対処することが必要である。災害時対応の運転管理体制から応急復旧時の連絡網やシステム上の緊急性のランク付け、応急措置に必要な部品や消耗品の保管、さらに修理工具の準備等の対策を講じておく。

また、浸水に対しては被害状況の把握に加えて設備稼働についての点検と措置の必要性について検討する必要がある。設備稼働のために必要なエネルギーや水などを供給する関連設備が浸水のおそれがある高さに設置されていることが多いことから、それらの浸水による被害状況を確認する。それらに浸水があった場合の被害状況を点検により把握し、必要に応じて排水などの措置と付着物の除去により、運転が可能であるかを点検確認し、必要により機器や部品、エネルギーや水などの整備・交換などを行った後に必要な設備機能を供給できることになる。

したがって、運用管理が重要な役割を果たし、これらの損傷確認や設備機能供給開始に運用管理責任者が重要な役割を果たす。

（４）防災拠点等における実情と対応策

災害直後の自家発電設備の稼働に際しては、長期間保存されていた燃料使用する時と運転により燃料を使い切って停止した後に燃料補給して再稼働する時に注意が必要である。さらに燃料が入手できずに、やむを得ず異種燃料を補給する場合など、発電設備の運転にも予期せぬ事態が生じる可能性があり、これらを想定し日常訓練で対応力を向上させておくことが必要である。

５．３　消耗品や予備品の保管

災害直後の運転状態や運転継続時間を想定した消耗品や予備品の保管を確認しておく。

災害直後の運転では、消耗品や予備品を新たに求めることは非常に困難である。日常の運転管理において、災害後に想定する運転状態や運転継続時間の想定から必要な油や水及び消耗品、さらには損傷のおそれがある予備品などの保管状態を確認しておく。

第６章　用途別対応例

６．１　設備機能確保の要求と設備機能確保グレードの設定

当該施設特性と災害に対して、当該防災拠点等の業務遂行のために必要な設備機能から設備機能確保グレードを設定する。

防災拠点等の諸室に関連する給電や給排水、空調等の諸設備機能確保の目標を設備機能確保グレードとして設定する。この設備機能確保グレードには、給電や給水、排水などの内容としての量や質、さらに供給継続期間なども含まれる。

設定した設備機能確保グレードにより、設備耐震グレードや設備対津波グレードを設定し、それぞれに応じて必要な付加措置を選定する。

①災害後に施設統括者と設備運転管理責任者は、当該施設機能が求める設備機能について協議し、各設備項目に求められる要求量や質、供給の時間的変動などについて取り決め、各設備項目ごとに必要最小限の供給に対する消費エネルギーや水量の削減に努め、可能な限りの供給継続時間の延長に努める。

表６．１－１　設備機能確保グレードによる必要な付加措置の例

要素機能			設備機能確保グレードと付加措置						
機能		各部の措置など	設備機能確保グレード			設備耐震、対津波共通の付加措置		耐震措置	対津波措置
			GS	GA	GB	代替設備（α）	システム強化（β）	支持強度の強化（γ）	津波対策（γ）
電力供給機能	受電継続機能	電源車接続端子盤の設置	○			○			
		異系統受電	○				○		
	自家発電機能	空冷式の採用、2台設置等	○				○		
		長時間運転の燃料備蓄		○			○		
	耐震措置	堅固な支承部の検討		○				○	
		支持部材の強化		○				○	
	対津波措置	電源設備の上階設置		○					○
		浸水回路の切離し対策		○					○
情報通信機能	公衆網途絶時機能	衛星通信の利用	○			○			
		可搬型機器の用意	○			○			
	対津波措置	情報通信装置の上階設置		○					○
		浸水回路の切離し対策		○					○
給水機能	飲用水	ペットボトルの保管	○	○		○	○	○	
	給水車受入れ機能	給水車接続口などの設置	○	○		○			○
		容器の保管	○	○		○	○	○	
	井戸	散水用など日常の利用	○	○		○	○	○	
	他の水源	プールや池用仮設配管	○			○			
	給水システム強化	仮設トイレなど仮設配管	○			○	○		
		飲用と雑用とシステム分離		○			○		
		重要用途への優先切替弁		○			○		
	対津波対策	雑用受水槽は躯体利用形		○			○	○	
		タンク位置を上階に		○					○
排水機能	排水槽の設置	雑排水槽・汚水排水槽		○			○		
		特殊排水槽		○			○	○	
	排水機能	重要系統は単独排水系統に		○			○		
仮設トイレ	マンホールトイレなど	マンホールトイレの備蓄	○	○		○	○	○	
		同上用マンホールの設置	○	○		○	○	○	
		同上用給水管の設置	○	○		○	○	○	
重要設備	システム	二重化や機器の複数台設置による信頼性高いシステム	○	○		○	○		○
	機器	空冷自立形機器	○	○			○	○	
		本体、支承部、支持部材強化	○	○				○	
	対津波対策	浸水しない階への設置	○	○					○

注：津波対策：上階とは「浸水防止ライン」以上の高い階

６．２　用途別の設備対応例

用途別の各防災拠点等の設備機能確保のための対策は､当該施設の特性から要求される設備機能の重要度に合わせて設備機能確保グレードの設定と必要な付加措置の具体的対策を選定する。

防災拠点等の設備機能確保のために必要な付加措置の具体例を次項に示す。

６．２．１　庁舎

庁舎が必要とする設備機能確保とその対応策は､設備機能確保グレードによる耐震付加措置と対津波付加措置の表を作成して行う。

庁舎における設備機能確保グレードと付加措置対応表の例を表６．２．１－１～表６．２．１－３に示す。

庁舎における防災拠点業務は、災害対策の計画・支援・広報機能が最優先要求事項である。

（１）電気設備の対応表による設備機能確保対策

電源機能（受変電設備、自家発電設備、蓄電池設備、幹線設備、中央監視設備）や災害対策本部活動諸室などを設備機能確保グレードＧＳとする。さらに、付加措置α、β、γを選定する。

（２）機械設備の対応表による設備機能確保対策

１）給排水設備

庁舎の場合の給水は、飲料水を除くと殆どが洗面・トイレで使用されるため、二重ピットがあれば雑用受水槽として利用して雑用水量を増量させる。また、飲料水系統と雑用水系統と分けることを原則とする。

２）空調・換気設備

中央方式の場合、防災センターや中央監視室の空調は個別空調を原則とする。個別空調の機器は浸水防止ライン以上の高い階に複数台（スタンバイの追加等）を設置することが望ましい。

表６．２．１－１ 設備機能確保グレードと付加措置対応表の例 ［庁舎－１］

設備機能や要する室名、設備項目		設備機能確保グレード			付加措置　α、β、γ			
設備機能や室名など	設備項目など				耐震対津波共通		耐震	対津波
		ＧＳ	ＧＡ	ＧＢ	代替設備（α）	システム強化（β）	耐震措置の強化（γ）	津波対策（γ）
電源機能								
発電機室 オイル庫 受変電室	発電設備	○			○	○	○	○
	蓄電池	○			○	○	○	○
	幹線	○			○	○	○	○
	照明コンセント	○			○	○	○	○
	発電機換気設備	○			○	○	○	○
生活機能（１）（バックアップ機能）								
電気室	照明コンセント	○			○	○	○	
	電話	○			○	○	○	○
	換気	○			○	○	○	○
機械室 （井水設備）	照明コンセント	○			○	○	○	
	電話			○				
	給水	○			○	○	○	
	雑用水	○			○	○	○	
	排水	○				○	○	
	換気	○				○	○	
ごみ処理室	照明コンセント			○				
	電話			○				
	排水			○				
	換気			○				
物質備蓄倉庫	照明コンセント	○					○	○
	電話			○				
	換気			○				
物質搬出入 （駐車スペース）	照明	○					○	
	電話			○				
	給水	○			○		○	
	給湯			○				
	排水	○					○	
安全確保・管理機能（１）								
防災センター （誘導灯） （自火報設備） （非常放送） （排煙、消火）	照明コンセント	○				○	○	○
	電話	○				○	○	○
	ＴＶ視共聴	○				○	○	○
	専用空調	○				○	○	○
	換気			○				
中央監視室 （設備運転管理）	照明コンセント	○				○	○	○
	電話	○				○	○	○
	ＴＶ視共聴	○				○	○	○
	専用空調	○				○	○	○
	換気			○				

表６．２．１−２　設備機能確保グレードと付加措置対応表の例　［庁舎−２］

設備機能や要する室名、設備項目		設備機能確保グレード			付加措置　α、β、γ			
設備機能や室名など	設備項目など				耐震対津波共通		耐震	対津波
		ＧＳ	ＧＡ	ＧＢ	代替設備（α）	システム強化（β）	耐震措置の強化（γ）	津波対策（γ）
管理機能								
会議室（災害対策）	照明コンセント	○				○	○	○
	電話	○			○	○	○	○
	ＴＶ視共聴	○			○	○	○	○
	給水	○			○	○	○	○
	給湯			○				
	排水	○				○	○	○
	一般空調			○				
	換気			○				
会議室（情報処理）	照明コンセント	○				○	○	○
	電話	○			○	○	○	○
	ＴＶ視共聴	○			○	○	○	○
	給水			○				
	雑用水			○				
	排水			○				
	一般空調	○				○	○	○
	換気	○					○	○
情報処理・発信室	照明コンセント	○				○	○	○
	電話	○			○	○		○
	ＴＶ視共聴	○			○			○
	給水			○				
	雑用水			○				
	排水			○				
	一般空調	○				○	○	○
	換気	○					○	○
ＯＡ室	照明コンセント	○				○	○	○
	電話	○			○	○		○
	ＴＶ視共	○			○			○
	給水			○				
	雑用水			○				
	排水			○				
	一般空調	○				○	○	○
	換気	○					○	○

表６．２．１－３ 設備機能確保グレードと付加措置対応表の例 ［庁舎－３］

設備機能や要する室名、設備項目		設備機能確保グレード			付加措置 α、β、γ			
設備機能や室名など	設備項目など				耐震対津波共通		耐震	対津波
		ＧＳ	ＧＡ	ＧＢ	代替設備（α）	システム強化（β）	耐震措置の強化（γ）	津波対策（γ）
生活機能								
食堂	照明コンセント			○				
	電話			○				
	ＴＶ共視聴			○				
	給水			○				
	給湯			○				
	排水			○				
	一般空調			○				
	換気			○				
厨房	照明コンセント			○				
	電話			○				
	給水			○				
	給湯			○				
	排水			○				
	換気			○				
生活備蓄倉庫	照明コンセント			○				
	換気			○				
排泄	照明コンセント			○				
	電話			○				
	給水	○				○	○	○
	排水	○					○	
	換気			○				

６．２．２　病院

病院が必要とする設備機能確保とその対応策は､設備機能確保グレードによる耐震付加措置と対津波付加措置の表を作成して行う。

病院における設備機能確保グレードと付加措置対応表の例を表６．２．２－１～表６．２．２－５に示す。

病院における防災拠点業務は、傷病者に対する緊急医療と収容機能が最優先要求事項である。

（１）電気設備の対応表による設備機能確保対策

電源機能（受変電設備、自家発電設備、蓄電池設備、幹線設備、中央監視設備）や診療・処置・手術・看護活動諸室の照明、電話、給排水・空調・換気動力設備は設備機能確保グレードＧＳとする。さらに、付加措置α、β、γを選定する。

また、下記事項に留意する。

①玄関ロビー、投薬待合い、食堂等は応急医療用に拡大利用されることが予想されるため、照明・コンセント設備を補強しておくことが望ましい。

②ナースコール・ドクターコール用インターホン、ページング設備も設備機能確保グレードＧＳとして付加措置を選定することが望ましい。

（２）機械設備の対応表による設備機能確保対策

１）給排水設備

ａ　給水制限による給水の確保

病院の場合、規模や設備内容、医療内容によって給水量は異なるが、上水と雑用水の使用比率はおよそ 6：4 である。次頁の「現状の受水槽容量と要求機能達成率」の表は、各使用目的の使用比率と給水量から現状の受水槽容量が地震後 3 日間の給水がどの程度確保できるかを示したものである。病院における上水の役割は医療用で上水の約半分あり重要である。

現状の受水槽の容量では、機能確保グレードＧＳの使用目的で地震後 3 日間の給水量の約 20%しか供給できない。

即ち、通常の使用量の 80%の節水が必要で、使用制限等の措置がいる。給水システムの強化として感震器連動の遮断弁を設置し、水槽の貯水機能が確保できた後、使用目的にあった用途のみ供給するようにバルブを締めて給水制限を行う。

夜間、朝方に地震が発生した場合、ほぼ受水槽は満水状態であるが、その他の時間に発生した場合は、満水状態ではなく更なる使用制限が必要である。

雑用水の場合は、便所での節水や使用制限は難しいことから井水の導入を原則とする。

系統	使用目的	使用比率	給水量L/(日・床)	機能確保目標グレード	3日間の給水量L/床	受水槽容量L/床(半日)	要求機能達成率(%)	目標達成率(%)	3日間の目標給水量(L/床)
上水	洗面・手洗	7	70	GS	210			50	105
	浴用	6	60	GS	0				
	洗濯	1	10	GS	0				
	厨房	18	180	GS	540			30	162
	医療	28	280	GS	840			70	588
		60	600	GS	1,590	300	19		855
雑用水	便所・洗浄	25	250	GS	750			50	375
	冷却塔補給	15	150	GS	0				
		40	400	GS	750	200	27		375

b　受水槽容量の増大（備蓄）

機能確保グレードＧＳを 100%満足させるためには、上水受水槽の容量を現状（半日分）の約 5 倍（2.5 日分）以上必要で、物理的、コスト的に不可能と推察される。しかし、使用制限により目標達成率を洗面・手洗いを 50%、厨房用を 30%、医療用を 70%と仮定すると受水槽容量は現状の半日分の他に約 1 日分増やす必要がある。1 日分の受水槽は常に満水状態となるようにし、死水にならない措置を行う。

以上のように必要な備蓄量は、各施設の使用量の実測データから使用制限にあった目標達成率を定めて、必要な給水量（貯水量）を計算して増量する受水槽の容量を算定することが望ましい。

井水の上水転用は井水が上水の水質基準を満たしている場合で、かつ、滅菌処理されている場合に井水を上水の受水槽に供給する。機能確保グレードＧＡを 100%満足させるためのには、予備の井水供給能力は現状の雑用水給水量の約 2 倍が必要である。また、1 日分の受水槽は常に満水状態となるようにして死水にならないようにすることは上水受水槽と同様である。

しかし、井水に異常がない場合の雑用水の供給は電源が回復すれば可能である。

c　災害備蓄専用水槽の設置

受水槽以外に専用水槽を設け、水質維持のため定期的に入れ替えておくか、使用時に浄化処理する。

d　給湯の確保

機能確保グレードＧＳの給湯は個別に温水器を設置することが望ましい。

e　医療ガス設備の対応

（一社）日本産業・医療ガス協会の「〈東日本大震災と阪神・淡路大震災の教訓〉医療ガスと医療ガス設備大震災の教訓と大震災への防災対策」に基づき耐震対策を実施する。

また、JIS T 7101：2006（医療ガス配管設備）の規定に適合するように改善することが望ましい。以下に主な耐震強化及びシステムの強化を述べる。

イ　災害対策の強化

①マニフォールド関係でボンベ容器の固定は十分な強度を有するチェーンの上下２本掛けとし、フック部は強度を上げた溶接施工方法で行う。また、ＬＧＣ（可搬式液化ガス容器）の固定は上下２カ所のベルト掛けによる固定が望ましい。

②ＣＥ（定置式貯槽）本体及びそれに付属する蒸発器、液充填口等を同一基礎上で固定する。

③コンプレッサー等防振対策を有する設置形の機器は、上下、左右の変位に対するストッパーを設ける。

④吸引用の配管は白ガス管ではねじ接合部の強度が弱いため銅管を使用する。

⑤吸引ポンプは水封式のため断水対策形の機器の採用を検討する。

ロ　設備システムの強化

①大量備蓄に対応できる大形貯槽の採用を検討する。

②小容器の確保と、ボンベマニフォールド供給可能等バックアップ設備の確保を検討する。

③フロアーごとに系統を分割できる区域遮断弁（シャットオフバルブ）を設ける。
特に、治療系統で必要な医療ガス（手術、集中治療等）の系統（機能確保グレードＧＳ）を単独系統とする。
また、震災時の備蓄として、設備機能確保グレードＧＳの治療室には必要な医療ガスのボンベを設置し、ボンベは耐震対策を行う。

２）空調・換気設備

手術室等機能確保グレードＧＳの空調は、中央方式の耐震改修にプラスして個別空調を追加することを基本とする。

ＩＣＵ等のクリーンルームについては、非常時の防災拠点としての機能に直接関連しないとも考えられるが、新築の場合は（公社）日本空気清浄協会の「クリーンルームにおける地震対策指針」を参照するとよい。

表6．2．2－1 設備機能確保グレードと付加措置対応表の例 ［病院－1］

設備機能や要する室名、設備項目		設備機能確保グレード			付加措置　α、β、γ			
設備機能や室名など	設備項目など				耐震対津波共通		耐震	対津波
		GS	GA	GB	代替設備（α）	システム強化（β）	耐震措置の強化（γ）	津波対策（γ）
電源機能								
発電機室 オイル庫 受変電室	発電設備	○			○	○	○	○
	蓄電池	○			○	○	○	○
	幹線	○			○	○	○	○
	照明コンセント	○			○	○	○	○
	発電機換気設備	○			○	○	○	○
生活機能（1）（バックアップ機能）								
電気室	照明コンセント	○			○	○	○	○
	電話	○			○	○	○	○
	換気	○			○	○	○	○
機械室 （井水設備）	照明コンセント	○			○	○	○	○
	電話	○			○	○	○	○
	給水	○			○	○	○	○
	雑用水	○			○	○	○	○
	排水	○			○	○	○	○
	換気			○				
ごみ処理室	照明コンセント			○				
	電話			○				
	給水			○				
	排水			○				
	換気			○				
物質備蓄倉庫	照明コンセント			○				
	換気			○				
汚物処理	照明コンセント			○				
	給水			○				
	雑用水			○				
	排水			○				
	換気			○				
物質搬出入	照明コンセント			○				
	給水			○				
	排水			○				
安全確保・管理機能（1）								
防災センター （誘導灯） （自火報設備） （非常放送） （排煙、消火）	照明コンセント	○			○	○	○	○
	電話	○			○	○	○	○
	ＴＶ視共聴	○			○	○	○	○
	専用空調	○				○	○	○
	換気			○				

表6．２．２－２　設備機能確保グレードと付加措置対応表の例　［病院－２］

設備機能や要する室名、設備項目		設備機能確保グレード			付加措置　α、β、γ			
設備機能や室名など	設備項目など				耐震対津波共通		耐震	対津波
		ＧＳ	ＧＡ	ＧＢ	代替設備（α）	システム強化（β）	耐震措置の強化（γ）	津波対策（γ）
安全確保・管理機能（1）								
中央監視室（設備運転管理）	照明コンセント	○			○	○	○	○
	電話	○			○	○	○	○
	ＴＶ視共聴	○			○	○	○	○
	専用空調	○				○	○	○
	換気			○				
医事事務室 院長室	照明コンセント	○			○	○	○	○
	電話	○			○	○	○	○
	ＴＶ視共聴	○			○	○	○	○
	給水			○				
	給湯			○				
	排水			○				
	一般空調			○				
ＯＡ室 情報処理室	照明コンセント	○			○	○	○	○
	電話	○			○	○	○	○
	ＴＶ視共聴	○			○	○	○	○
	専用空調	○			○	○	○	○
情報収集・発信	照明コンセント	○			○	○	○	○
	電話	○			○	○	○	○
	ＴＶ視共聴	○			○	○	○	○
	一般空調	○			○	○	○	○
生活機能								
食堂	照明コンセント			○				
	電話			○				
	一般空調			○				
厨房	照明コンセント			○				
	電話			○				
	給水	○			○	○	○	○
	給湯			○				
	特殊排水			○				
	換気			○				
生活備蓄倉庫	照明コンセント			○				
	電話			○				
	換気			○				

表６．２．２－３　設備機能確保グレードと付加措置対応表の例 ［病院－３］

設備機能や要する室名、設備項目		設備機能確保グレード			付加措置　α、β、γ			
設備機能や室名など	設備項目など				耐震対津波共通		耐震	対津波
		ＧＳ	ＧＡ	ＧＢ	代替設備（α）	システム強化（β）	耐震措置の強化（γ）	津波対策（γ）
緊急医療機能								
診察室 診断室	照明コンセント	○				○	○	○
	電話	○				○	○	○
	給水	○				○	○	○
	給湯			○				
	排水	○				○	○	○
	一般空調			○				
	換気			○				
待合室 待合便所	照明コンセント	○				○	○	○
	電話	○				○	○	○
	ＴＶ共聴	○				○	○	○
	給水			○				
	雑用水	○			○	○	○	○
	給湯			○				
	排水			○				
	換気			○				
各検査室 洗浄室 滅菌検査室	照明コンセント	○				○	○	○
	電話	○				○	○	○
	給水	○				○	○	○
	給湯			○				
	排水			○				
	特殊排水			○				
	一般空調			○				
	換気			○				

表6．２．２－４　設備機能確保グレードと付加措置対応表の例［病院－４］

設備機能や要する室名、設備項目		設備機能確保グレード			付加措置　α、β、γ			
設備機能や室名など	設備項目など				耐震対津波共通		耐震	対津波
		ＧＳ	ＧＡ	ＧＢ	代替設備（α）	システム強化（β）	耐震措置の強化（γ）	津波対策（γ）
緊急医療機能								
特殊検査 診断室 Ｘ線室 ＣＴ室	照明コンセント	○			○	○	○	○
	電話			○				
	給水	○			○	○	○	○
	給湯			○				
	排水	○			○	○	○	○
	特殊排水			○				
	一般空調			○				
	換気			○				
術前準備室 洗浄・滅菌室	照明コンセント	○			○	○	○	○
	電話	○			○	○	○	○
	給水			○				
	給湯			○				
	排水			○				
	医療ガス	○			○	○	○	○
	一般空調	○			○	○	○	○
	換気			○				
手術室 回復室 分娩室 陣痛室	照明コンセント	○			○	○	○	○
	電話	○			○	○	○	○
	給水	○			○	○	○	○
	雑用水	○			○	○	○	○
	給湯	○			○	○	○	○
	排水	○			○	○	○	○
	医療ガス	○			○	○	○	○
	専用空調	○			○	○	○	○
調剤室	照明コンセント	○			○	○	○	○
	電話	○			○	○	○	○
	給水	○			○	○	○	○
	排水	○			○	○	○	○
	一般空調			○				
	換気			○				
薬品庫	照明コンセント	○				○	○	○
	電話			○				
	換気			○				

表6．２．２－５　設備機能確保グレードと付加措置対応表の例　［病院－５］

設備機能や要する室名、設備項目		設備機能確保グレード			付加措置　α、β、γ			
設備機能や室名など	設備項目など				耐震対津波共通		耐震	対津波
		ＧＳ	ＧＡ	ＧＢ	代替設備（α）	システム強化（β）	耐震措置の強化（γ）	津波対策（γ）
収容機能								
病室	照明コンセント	○			○	○	○	○
	電話			○				
	給水			○				
	給湯			○				
	排水			○				
	医療ガス	○			○	○	○	○
	一般空調			○				
	換気			○				
集中治療室 ＩＣＵ室 ＣＣＵ室	照明コンセント	○			○	○	○	○
	電話		○		○	○	○	○
	給水	○			○	○	○	○
	給湯	○			○	○	○	○
	排水	○			○	○	○	○
	医療ガス	○			○	○	○	○
	専用空調	○			○	○	○	○
洗面 洗濯 浴室	照明コンセント			○				
	給水			○				
	給湯			○				
	排水			○				
	換気			○				
ナースステーション 処置室	照明コンセント	○			○	○	○	○
	電話	○			○	○	○	○
	給水	○			○	○	○	○
	給湯			○				
	排水	○			○	○	○	○
	一般空調			○				

６．２．３　保健所

保健所が必要とする設備機能確保とその対応策は､設備機能確保グレードによる耐震付加措置と対津波付加措置の表を作成して行う。

保健所における設備機能確保グレードと付加措置対応表の例を表６．２．３－１～表６．２．３－３に示す。

保健所における防災拠点業務は、保健衛生対策機能が最優先要求事項である。

（１）電気設備の対応表による設備機能確保対策

衛生・防疫活動諸室の照明、電話、給排水・空調・換気動力設備は設備機能確保グレードＧＳとする。さらに、付加措置α、β、γを選定する。

（２）機械設備の対応表による設備機能確保対策

１）給排水設備

ａ　水の使用制限

保健所は、医療用の上水は病院と違い使用量が少ないため、受水槽・高置水槽で貯水された水を使用制限して利用し、検査診断等で必要な給水量を確保する。

また、衛生器具等の利用を制限する。制限するための系統分けやゾーニングを検討する。

ｂ　井水の利用

上水に比べ雑用水の量が多いことから、井水を検討する。

表６．２．３－１ 設備機能確保グレードと付加措置対応表の例 ［保健所－１］

設備機能や要する室名、設備項目		設備機能確保グレード			付加措置　α、β、γ			
設備機能や室名など	設備項目など				耐震対津波共通		耐震	対津波
		ＧＳ	ＧＡ	ＧＢ	代替設備（α）	システム強化（β）	耐震措置の強化（γ）	津波対策（γ）
電源機能								
発電機室 オイル庫 受変電室	発電設備	○			○	○	○	○
	蓄電池	○			○	○	○	○
	幹線	○			○	○	○	○
	照明コンセント	○			○	○	○	○
	発電機換気設備	○			○	○	○	○
生活機能（１）（バックアップ機能）								
電気室	照明コンセント	○			○	○	○	○
	電話	○			○	○	○	○
	換気	○					○	○
機械室 （井水設備）	照明コンセント			○				
	電話			○				
	給水	○			○	○	○	○
	排水			○				
	換気			○				
ごみ処理室	照明コンセント			○				
	電話			○				
	給水			○				
	排水			○				
	換気			○				
物質備蓄倉庫	照明コンセント			○				
	電話			○				
	換気			○				
安全確保・管理機能（１）								
防災センター （誘導灯） （自火報設備） （非常放送） （排煙、消火）	照明コンセント	○			○	○	○	○
	電話	○			○	○	○	○
	ＴＶ視共聴	○			○	○	○	○
	専用空調	○				○	○	○
	換気			○				
中央監視室 （設備運転管理）	照明コンセント	○			○	○	○	○
	電話	○			○	○	○	○
	ＴＶ視共聴	○			○	○	○	○
	専用空調	○				○	○	○
	換気			○				

表６．２．３－２　設備機能確保グレードと付加措置対応表の例［保健所－２］

設備機能や要する室名、設備項目		設備機能確保グレード			付加措置　α、β、γ			
設備機能や室名など	設備項目など				耐震対津波共通		耐震	対津波
		ＧＳ	ＧＡ	ＧＢ	代替設備（α）	システム強化（β）	耐震措置の強化（γ）	津波対策（γ）
保健衛生機能								
情報発信室 所長室	照明コンセント	○				○	○	○
	電話	○				○	○	○
	ＴＶ共聴	○			○	○	○	○
	給水	○			○	○	○	○
	給湯			○				
	排水	○					○	○
	一般空調			○				
	換気			○				
各健康指導室	照明コンセント	○				○	○	○
	電話	○					○	○
	給水	○				○	○	○
	給湯			○				
	排水	○					○	○
	一般空調			○				
	換気			○				
待合室 WC	照明コンセント	○				○	○	○
	電話			○				
	給水			○				
	給湯			○				
	雑用水			○				
	排水			○				
	換気			○				
各検査室 洗浄滅菌室	照明コンセント	○				○	○	○
	電話			○				
	給水			○				
	給湯			○				
	排水			○				
	特殊排水			○				
	一般空調			○				
	換気			○				

表6．２．３－３　設備機能確保グレードと加措置対応表の例　［保健所―３］

設備機能や要する室名、設備項目		設備機能確保グレード			付加措置　α、β、γ			
設備機能や室名など	設備項目など				耐震対津波共通		耐震	対津波
		ＧＳ	ＧＡ	ＧＢ	代替設備（α）	システム強化（β）	耐震措置の強化（γ）	津波対策（γ）
保健衛生機能								
特殊検査 X線室 診察室	照明コンセント	○				○	○	○
	電話			○				
	給水	○			○	○	○	○
	給湯			○				
	排水	○				○	○	○
	特殊排水	○					○	○
	一般空調	○					○	○
	換気			○				
会議室 展示室 （衛生・防疫対策）	照明コンセント	○				○	○	○
	電話	○					○	○
	給水	○			○	○	○	○
	給湯			○				
	排水	○					○	
	換気			○				

６．２．４　警察施設

警察施設が必要とする設備機能確保とその対応策は、設備機能確保グレードによる耐震付加措置と対津波付加措置の表を作成して行う。

警察施設における設備機能確保グレードと付加措置対応表の例を表６．２．４－１～表６．２．４－３に示す。

警察施設における防災拠点業務は、災害警察対策の計画・支援・広報機能が最優先要求事項である。

（１）電気設備の対応表による機能確保対策

電源機能（受変電設備、自家発電設備、蓄電池設備、幹線設備、中央監視設備）や災害対策本部活動諸室は設備機能確保グレードＧＳとする。さらに、付加措置α、β、γを選定する。

また、下記事項に留意する。

①自家発電設備は防災負荷対応となっている例が多いため、拠点業務用照明、動力負荷への供給容量と回路構成の確認が必要である。

②セキュリティ設備は耐震補強が望ましい。

（２）機械設備の対応表による機能確保対策

１）給排水設備

警察施設の場合の給水は、飲料水を除くと殆どが洗面・トイレで使用されるため、二重ピットがあれば雑用水槽として利用して雑用水を増量させる。また、飲料水系統と雑用水系統と分離することを原則とする。

２）空調・換気設備

ＯＡ室、通信関係室については、個別空調を原則とする。単独空調の機器は複数台化が望ましい。

表６．２．４－１　設備機能確保グレードと付加措置対応表の例　［警察施設－１］

設備機能や要する室名、設備項目		設備機能確保グレード			付加措置　α、β、γ			
設備機能や室名など	設備項目など				耐震対津波共通		耐震	対津波
		ＧＳ	ＧＡ	ＧＢ	代替設備（α）	システム強化（β）	耐震措置の強化（γ）	津波対策（γ）
電源機能								
発電機室 オイル庫 受変電室	発電設備	○			○	○	○	○
	蓄電池	○			○	○	○	○
	幹線	○			○	○	○	○
	照明コンセント	○			○	○	○	○
	発電機換気設備	○			○	○	○	○
生活機能（１）（バックアップ機能）								
電気室	照明コンセント	○				○	○	○
	電話			○				
	換気	○				○	○	○
機械室 （井水設備）	照明コンセント			○				
	電話			○				
	給水	○				○	○	○
	排水			○				
	換気			○				
ごみ処理室	照明コンセント			○				
	電話			○				
	排水			○				
	換気			○				
物質備蓄倉庫	照明コンセント			○				
	電話			○				
	換気			○				
物質搬出入	照明コンセント	○				○	○	○
	換気			○				
安全確保・管理機能（１）								
防災センター （誘導灯） （自火報設備） （非常放送） （排煙、消火）	照明コンセント	○				○	○	○
	電話	○				○	○	○
	ＴＶ視共聴	○				○	○	○
	専用空調			○				
	換気			○				
中央監視室 （設備運転管理）	照明コンセント	○				○	○	○
	電話	○				○	○	○
	ＴＶ視共聴	○				○	○	○
	専用空調			○				
	換気			○				

表6．２．４－２　設備機能確保グレードと付加措置対応表の例　［警察施設—２］

設備機能や要する室名、設備項目		設備機能確保グレード			付加措置　α、β、γ			
設備機能や室名など	設備項目など				耐震対津波共通		耐震	対津波
		ＧＳ	ＧＡ	ＧＢ	代替設備（α）	システム強化（β）	耐震措置の強化（γ）	津波対策（γ）
災害警察機能								
会議室（災害対策）	照明コンセント	○				○	○	○
	電話	○					○	○
	ＴＶ共視聴	○			○	○	○	○
	給水	○			○	○	○	○
	給湯			○				
	排水	○					○	○
検死室	照明コンセント	○				○	○	○
	電話			○				
	給水	○			○	○	○	○
	給湯			○				
	排水	○					○	
	一般空調			○				
	換気			○				
留置場 保護室	照明コンセント	○				○	○	○
	電話	○					○	○
	給水	○			○	○	○	○
	給湯			○				
	排水	○					○	○
	一般空調			○				
	換気			○				
管理機能								
通信関係室（情報収集・処理・伝達）	照明コンセント	○			○	○	○	○
	電話	○			○	○	○	○
	ＴＶ共視聴	○			○	○	○	○
	一般空調	○				○	○	○
	換気	○				○	○	○
排泄	照明コンセント			○				
	電話			○				
	給水	○			○	○	○	○
	雑用水	○			○	○	○	○
	排水	○					○	
	換気			○				

表６．２．４－３　設備機能確保グレードと付加措置対応表の例　［警察施設－３］

設備機能や要する室名、設備項目		設備機能確保グレード			付加措置　α、β、γ			
設備機能や室名など	設備項目など				耐震対津波共通		耐震	対津波
		ＧＳ	ＧＡ	ＧＢ	代替設備（α）	システム強化（β）	耐震措置の強化（γ）	津波対策（γ）
生活機能								
食堂	照明コンセント	○				○	○	○
	給水			○				
	給湯			○				
	排水			○				
	一般空調			○				
	換気			○				
	エレベーター	○				○	○	○
厨房	照明コンセント	○				○	○	○
	電話	○			○	○	○	○
	給水	○			○	○	○	○
	給湯			○				
	排水	○					○	
	換気			○				
	ガス			○				
装備品倉庫	照明コンセント	○				○	○	○
	換気			○				

６．２．５　学校

学校が必要とする設備機能確保とその対応策は､設備機能確保グレードによる耐震付加措置と対津波付加措置の表を作成して行う。

学校における設備機能確保グレードと付加措置対応表の例を表６．２．５－１～表６．２．５－２に示す。

学校における防災拠点業務は、避難生活機能が最優先要求事項である。

（１）電気設備の対応表による耐震対策

職員室･体育館は、設備機能確保グレードＧＳとする。さらに、付加措置α、β、γを選定する。

また、下記事項に留意する

①防災電源は非常電源専用受電設備対応の例が多いため、自家発電設備への置換と併せて機能確保グレードＧＳの照明、動力負荷供給容量の確保が望ましい。

②避難生活場所である体育館の照明は、瞬時点灯光源の混合と回路の細分化が望ましい。

（２）機械設備の対応表による耐震対策

１）給排水設備

長期避難生活の場として機能するため、飲料水の長期安定確保が必要でプールの浄水処理の導入が望ましい。雑用水の確保も重要で、井水の利用も必要である。

２）空調・換気設備

冬季の気温が比較的低い地域にあっては、体育館の暖房が問題になる場合がある。代替設備として石油ストーブが考えられるが防火上好ましくなく、全体管理が可能な場合は、ポータブルオイルファーネス等の導入が望ましい。

表６．２．５－１　設備機能確保グレードと付加措置対応表の例　［学校－１］

設備機能や要する室名、設備項目		設備機能確保グレード			付加措置　α、β、γ			
設備機能や室名など	設備項目など				耐震対津波共通		耐震	対津波
		ＧＳ	ＧＡ	ＧＢ	代替設備（α）	システム強化（β）	耐震措置の強化（γ）	津波対策（γ）
電源機能								
発電機室	発電設備	○			○	○	○	○
オイル庫	蓄電池	○			○	○	○	○
受変電室	幹線	○			○	○	○	○
	照明コンセント	○			○	○	○	○
	換気	○			○	○	○	○
避難生活機能（1）								
電気室	照明コンセント	○				○	○	
	電話			○				
	換気	○				○	○	
機械室	照明コンセント			○				
（井水設備）	電話			○				
	雑用水	○			○	○	○	
	排水			○				
ごみ処理室	照明コンセント			○				
	換気			○				
便所	照明コンセント			○				
	給水	○			○	○	○	○
	雑用水	○			○	○	○	○
	排水	○			○	○	○	
	換気			○				
物質備蓄倉庫	照明コンセント			○				
	換気			○				
安全確認機能								
防災センター	照明コンセント	○				○	○	○
（誘導灯）	電話	○				○	○	○
（自火報設備）	ＴＶ視共聴	○				○	○	○
（非常放送）	専用空調	○				○	○	○
	換気			○				
監視室	照明コンセント	○				○	○	○
（避難・警	電話	○				○	○	○
報・消火）	ＴＶ視共聴	○				○	○	○
	換気			○				
職員室・放送	照明コンセント	○				○	○	○
室（情報収	電話	○			○	○	○	○
集・伝達）	ＴＶ視共聴	○			○	○	○	○
	一般空調			○				
	換気			○				

表６．２．５－２　設備機能確保グレードと付加措置対応表の例　［学校－２］

設備機能や要する室名、設備項目		設備機能確保グレード			付加措置　α、β、γ			
設備機能や室名など	設備項目など				耐震対津波共通		耐震	対津波
		ＧＳ	ＧＡ	ＧＢ	代替設備（α）	システム強化（β）	耐震措置の強化（γ）	津波対策（γ）
応急医療機能								
保健室（応急措置・薬品備蓄）	照明コンセント	○			○	○	○	○
	電話			○				
	給水	○			○	○	○	○
	給湯			○				
	排水	○					○	
	換気			○				
一般教室	照明コンセント			○				
	換気			○				
避難生活機能								
セミナーハウスなど	照明コンセント	○			○	○	○	○
	電話			○				
	ＴＶ共視聴	○			○	○	○	○
	給水	○			○	○	○	○
	雑用水	○			○	○	○	○
	給湯			○				
	排水	○			○	○	○	○
	一般空調			○				
	換気			○				
体育館	照明コンセント	○			○	○	○	○
	電話			○				
	ＴＶ共視聴	○			○	○	○	○
	給水	○			○	○	○	○
	雑用水	○			○	○	○	○
	給湯			○				
	排水	○			○	○	○	○
	換気			○				
食堂（家庭科室他）	照明コンセント	○			○	○	○	○
	電話			○				
	給水	○			○	○	○	○
	給湯	○			○	○	○	○
	雑用水	○			○	○	○	○
	排水			○				
	一般空調	○			○	○	○	○
	換気			○				
備蓄倉庫	照明コンセント			○				
	換気			○				
ごみ処理	照明コンセント			○				

参考資料

Ⅰ．１　設備機器の設計用標準震度
Ⅰ．２　防水層上のコンクリート基礎
Ⅰ．３　層間変形角及び非構造部材などの変位
Ⅰ．４　アンカーボルト
Ⅰ．５　発電機の燃料関係の注意事項
Ⅰ．６　JEM-TR144 の概要と耐震性強化の仕様例

Ⅱ．１　設備地震対策の策定及び改訂の経緯
Ⅱ．２　阪神・淡路大震災における被害の教訓と設備のあるべき姿
Ⅱ．３　地震被害に基づく損傷防止対策などの例

Ⅲ．移動式ガス発生設備の種類ごとの特徴

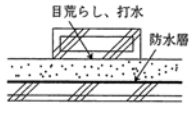
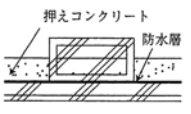
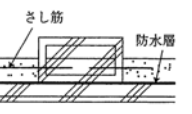
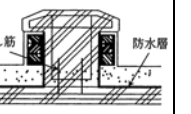
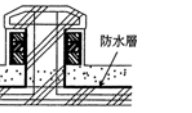
Ⅳ．関係告示

Ⅴ．東日本大震災に係る報告書等（文献）

【参考資料Ｉ】

Ｉ．１　設備機器の設計用標準震度

（一財）日本建築センター発行の建築設備耐震設計・施工指針 2005 年度版による機器や横引き配管などの耐震支持に必要な骨子を以下に示す。

表　参　Ｉ．１－１　建築設備機器の設計用標準震度（K_S）

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td colspan="3">建築設備機器の耐震クラス</td><td rowspan="2">適用階の区分</td></tr>
<tr><td>耐震クラスＳ</td><td>耐震クラスＡ</td><td>耐震クラスＢ</td></tr>
<tr><td>上層階、
屋上及び塔屋</td><td>2.0</td><td>1.5</td><td>1.0</td><td rowspan="3">塔屋
上層階
中間階
1 階
地階</td></tr>
<tr><td>中間階</td><td>1.5</td><td>1.0</td><td>0.6</td></tr>
<tr><td>地階及び 1 階</td><td>1.0(1.5)</td><td>0.6(1.0)</td><td>0.4(0.6)</td></tr>
<tr><td colspan="5">（ ）内の値は地階及び 1 階(地表)に設置する水槽の場合に適用する。</td></tr>
<tr><td colspan="5">上層階の定義
・2～6 階建ての建築物では、最上階を上層階とする。
・7～9 階建ての建築物では、上層の 2 層を上層階とする。
・10～12 階建ての建築物では、上層の 3 層を上層階とする。
・13 階建て以上の建築物では、上層の 4 層を上層階とする。
中間階の定義
・地階、1 階を除く各階で上層階に該当しない階を中間階とする。</td></tr>
</table>

出典：建築設備耐震設計・施工指針 2005 年版（一財）日本建築センター

Ｉ．２　防水層上のコンクリート基礎

屋上設置の機器や配管などの基礎は、移動・転倒防止の点からも原則として建築躯体又は防水層押えコンクリートに緊結して耐震基礎とする。

表　参　Ｉ．２－１ 防水層を有するコンクリート耐震基礎

断面形状 ＼ 平面形状	ａタイプ 目荒らしを行い押えコンクリートの上に設けた場合	ｂタイプ 周囲に押えコンクリートがある場合	ｃタイプ 押えコンクリートとの間につなぎ鉄筋を配する場合	ｄタイプ 床スラブとの間につなぎ鉄筋を配して一体化する場合	ｅタイプ 床スラブと一体構造とする場合
	目荒らし、打水 防水層	押えコンクリート 防水層	さし筋 防水層	さし筋 防水層	防水層
Ａ，Ａ'，Ａ"タイプ （ベタ基礎）	・式（１）を満足すること。 ・K_H≦1.0	・式（１）を満足すること。	・式（１）を満足すること。 （基礎重量に増打ちコンクリート質量を見込んでよい）	・ダボ鉄筋の引抜き力とせん断力を検討すること。	・日本建築学会 「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(1999)」に準拠すること。
Ｂタイプ （はり形基礎）	・K_H≦1.0 ・機器のアンカーボルトに引抜き力を生じていない。 ・基礎高さ：h_F 基 礎 幅：B_F≧20cm h_F/B_F≦2	・式（１）を満足すること。 ・基礎高さ：h_F' 基 礎 幅：B_F≧20cm h_F'/B_F≦2	・式（１）を満足すること。 （基礎重量に増打ちコンクリート質量を見込んでよい）	・日本建築学会 「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(1999)」に準拠すること。	・日本建築学会 「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(1999)」に準拠すること。
Ｃタイプ （独立基礎）	・K_H<1.0 ・機器のアンカーボルトに引抜き力を生じていない。 ・基礎高さ：h_F 基 礎 幅：B_F≧30cm h_F/B_F≦1	・式（１）を満足すること。 ・基礎高さ：h_F' 基 礎 幅：B_F≧30cm h_F'/B_F≦2	・式（１）を満足すること。 （基礎重量に増打ちコンクリート質量を見込んでよい）	・日本建築学会 「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(1999)」に準拠すること。	・日本建築学会 「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(1999)」に準拠すること。

出典：建築設備耐震設計・施工指針 2005 年版（一財）日本建築センター
建築設備の耐震設計 施工法（公社）空気調和・衛生工学会

注

①コンクリート基礎に浮上がりが生じないか、アンカーボルトに引抜き力が作用しないかの確認は、次式の式(１)と式(２)とで行う。

②配管は門型自重支持基礎の３カ所に、１カ所は本表に示す耐震基礎とする。

$$(1-k_V)\cdot\{\ell_G+1/2\cdot(\ell_F-\ell)W_M+1/2\cdot\ell_F\cdot W_F\}$$
$$>k_H\cdot\{(h_F+h_G)\ W_M+1/2\cdot h_F\cdot W_F\}\quad\cdots\cdots 式（１）$$

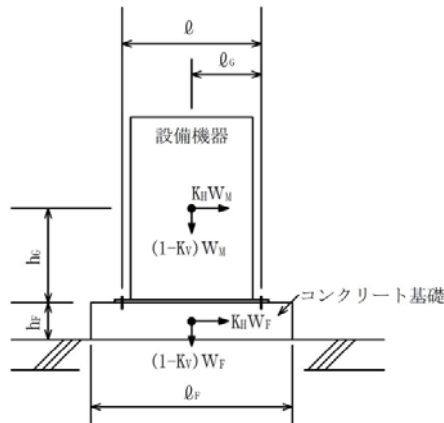
$$h_G/\ell_G\ \leqq 1/2K_H-1/4\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots 式（２）$$

ℓ　：設備機器の幅[cm]
ℓ_G　：設備機器重心位置[cm]
h_G　：設備機器重心高さ[cm]
ℓ_F　：基礎長さ[cm]
h_F　：基礎高さ[cm]
K_H　：設計用水平震度
K_V　：設計用鉛直震度
W_M　：設備機器の重量[kN]
W_F　：基礎重量[kN]

図　参　Ｉ．２－１　一般的な機器と基礎の例

Ⅰ．３　層間変形角及び非構造部材などの変位

建物建築平面・断面計画、建築構造計画及び建築非構造部材等、建築設備周辺の諸条件を考慮し、それらとの整合を図る。

①層間変形角　大地震動時の最大層間変形角（量）を確認する。最大層間変形角の条件をＳ造では 1/100 以下、ＳＲＣ造及びＲＣ造では 1/200 以下であることを確認の上で設備耐震計画を行う。

②非構造部材などとの変位　建築設備機器などは建築非構造部材に取付けたり、合体した形式で設置されることが多い。建築設備としては取付け部の耐震的確認及び接続配管などとの相関変位などを考慮することが必要である。

③建築非構造部材とは、一般に次の部位をいう。

・外壁及び仕上げ　・建具及びガラス　・間仕切り及び内装材　・天井及び床材　・屋根材　・造り付けの家具及び機器類　・外構その他

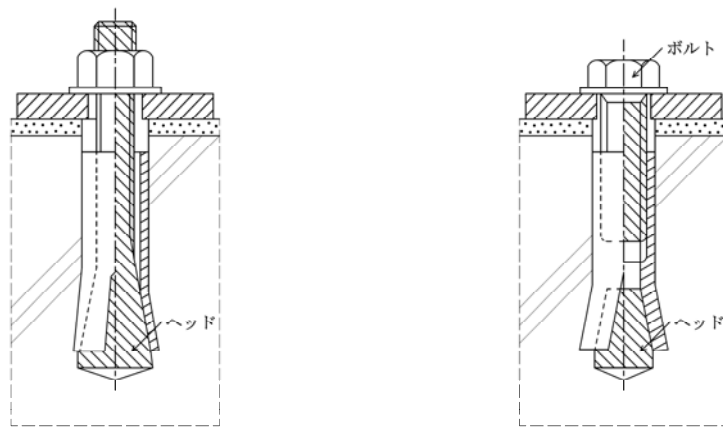
また、「官庁施設の総合耐震計画標準」（平成８年（社）公共建築協会）における建築非構造部材の取付け等に際しての床面での設計用標準水平震度（耐震安全性の分類Ａ類では、1 階及び地下階 0.6、中間階 1.0、上層階、屋上及び塔屋 1.0）、及び構造体との相対変位量（内装材では 20 mm 程度を標準とする）等を考慮されているものとして設備耐震計画を進める。

Ⅰ．４ アンカーボルト

（１）アンカーボルトの適切な選択

アンカーボルト必要本数や径の計算には、(一社）日本内燃力発電設備協会発行の自家用発電設備耐震設計のガイドラインの許容引き抜き荷重を用いる。特に、機器の重心位置を確認し、重心位置が偏心しているときは重心を中心として、アンカーボルトの配置、本数及び径を決定する。

（２）あと施工アンカーボルトの種類

改修工事やアンカーボルトの交換が必要な場合は、あと施工アンカーボルトを使用することになる。メカニカル金属拡張アンカーボルトにはおねじ形とめねじ形との二種類があり、めねじ形は許容引抜荷重が小さく、引き抜き強度にばらつきがあるので施工の信頼性に乏しく基本的に建築設備工事用としては用いない。

おねじ形

めねじ形（使用は避ける）

図　参　Ⅰ．４－１　メカニカルアンカー

（３）樹脂アンカーの施工上の注意

樹脂アンカーは施工管理により、発揮する性能に差のある場合があるため、施工上の注意を遵守する。

樹脂アンカーは、カプセル方式、先充填方式及び後注入方式の種類がある。カプセル方式は穿孔から固定まで同一の機械で施工でき、施工の安定性から信頼性が高い。

（４）先付けアンカーボルトの種類

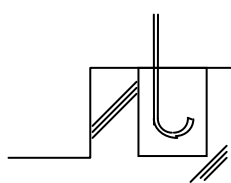
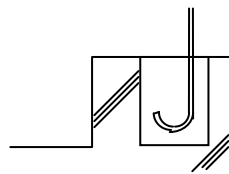
先付けアンカーボルトは、埋め込みアンカー、箱抜きアンカーについては、ヘッド付アンカー又はＪ形アンカーを使用する。Ｌ形アンカーは使用しない。Ｊ形アンカーを使用する場合は湾曲部の端部を必ず基礎の内側に向けて使用する。

良い例　　悪い例

図　参　Ⅰ．４－２
Ｊ形アンカー

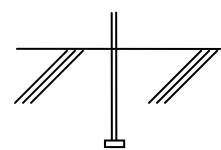



図　参　Ⅰ．４－３
ヘッド付アンカー

（５）基礎の隅部や辺部に打設するアンカーボルト

基礎の隅角部や辺部に打設したアンカーボルトは、辺部からアンカーボルトまでの距離を 100mm 以上かつボルト径の 10 倍以上確保する。

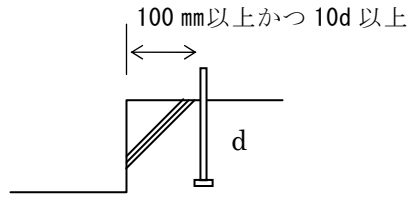



図　参　１．４－４　辺部の離隔距離

（６）アンカーボルトの適正な配置

原則として一辺に１カ所となるような配置は避ける。

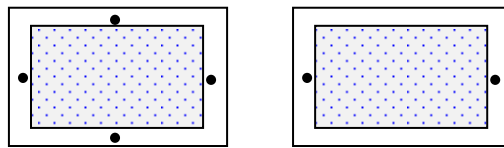



図　参　１．４－５　好ましくないアンカーボルトの配置

（７）アンカーボルトの適正な間隔

スラブや基礎に設けるアンカーボルトの相互の間隔は、樹脂アンカーボルトの場合はボルトの径の 10 倍以上とし、埋込み式Ｊ形、ＪＡ形、ヘッド付アンカーボルト及びおねじ形メカニカルアンカーボルトの場合は、アンカーボルト埋込み長さの 2 倍以上確保する。更に箱抜きアンカーボルトの場合は、箱抜きの相互の箱外間隔は 10 ㎝以上必要である。

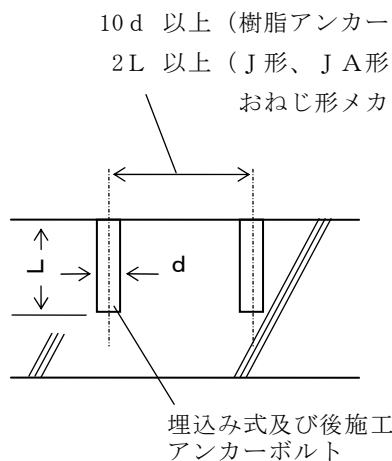



図　参　Ｉ．４－６
アンカーボルトの相互の間隔

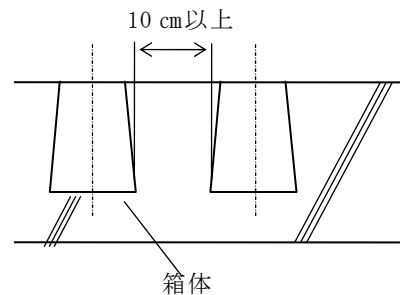



図　参　Ｉ．４－７
箱抜きの相互の箱外間隔

注：基礎の隅角部や辺部に打設したアンカーボルトは、辺部からアンカーボルトまでの距離をボルト径の 10 倍以上確保する。

（８）チャンネルを使用する場合はテーパワッシャを使用する

地震力を確実にコンクリート基礎に伝えるため、座金は平座金を使用せずに、チャンネルの場合は、５°のテーパワッシャを使用し、ナットの締め付け面に均一に荷重がかかるようにする。

（９）アンカーボルトのナット二重化

アンカーボルトのナットは二重にし、ゆるみ、すき間がないように締め付ける。

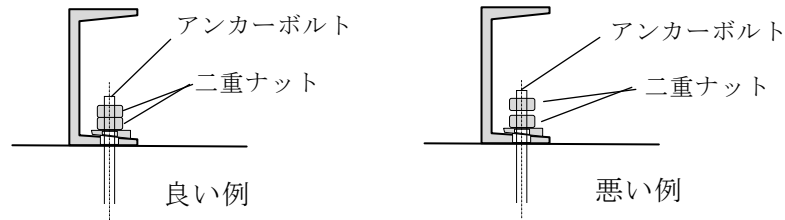



図　参　Ｉ．４－８　アンカーボルトと鋼製架台

(10) アンカーボルトとコンクリート面のシーリング施工

アンカーボルトの周囲は湿気や水が入らないようコンクリートとの界面にシールを行う。

(11) プレートやＳチャンネルのアンカーボルト用穴

ボルト孔の形状は、横長やＵ字形の形状としてはならない。

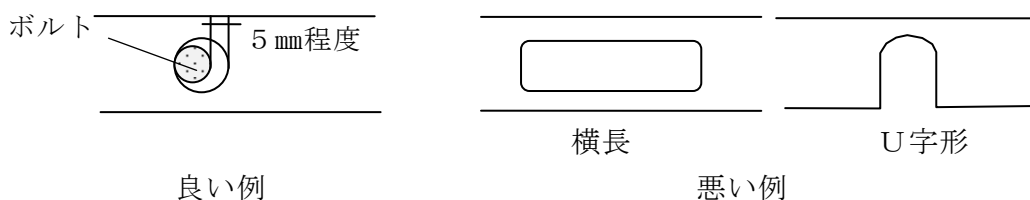



図　参　Ｉ．４－９　アンカーボルト用の孔の形状（平面図）

アンカーボルトのせん断応力は全本数で受ける計算としているため、均等にせん断応力を負担しなければならない。孔が横長やＵ字形の形状及び規定以上の大きさとなるとアンカーボルトに均等にせん断応力がかからなくなり、アンカーボルトに計算予測以上の応力がかかり破断するおそれがある。

(12) インサート

インサートは鋼製インサート又は、ステンレス鋼製インサートを使用し適正な径・本数を選定する。

①スラブから吊る配管やダクト、天吊り機器に使用するインサートは、その材質の種類で鋳鉄製インサートや鋼製インサート、ステンレス製鋼インサート等があるが、鋳鉄製インサートは強度にむらがあるため使用は避けたほうが望ましい。

②天井スラブや壁面に施工する場合のインサート１本当たりの長期許容荷重は最大で 80N/mm² を上限として設計し、本数を決定する。

③インサートは、その有効埋込み長さがボルト系の 2.5 倍以上のものを選定する。また、インサートを施工する場合は、インサート間の距離を 6L（L：有効埋込み長さ）以上離し、へりあき寸法を 3L 以上離して施工する。更に、インサートは垂直になるように、型枠やデッキプレートに固定する。

④インサートの替わりにあと施工メカニカルアンカーを天井スラブに施工する場合には、おねじ形メカニカルアンカーを推奨する。めねじ形メカニカルアンカーは、安定した許容引抜き力値が得られないため使用を避ける。
いずれのあと施工メカニカルアンカーも天井スラブや壁面に施工する場合の１本当たりの長期許容荷重の最大値は 80N/mm² 以内とする。

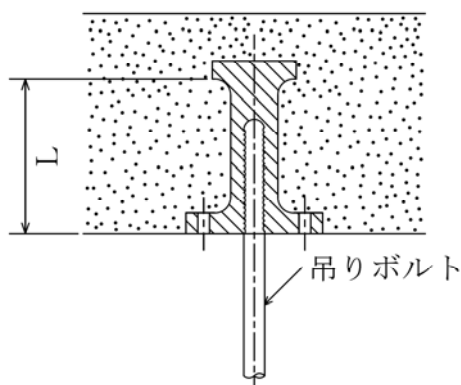



図　参　Ｉ．４－１０　鋼製インサート

Ｉ．５　発電機の燃料関係の注意事項

（１）長期保存されていた燃料使用時の注意

長期間タンク保存されていたＡ重油などの燃料使用時に、発電機への燃料配管系に目詰まりを生じて起動渋滞・運転停止が起きる場合がある。これは長く揺れる地震があった場合に、燃料タンク内に経年蓄積して来ていたスラッジ（タンク内の沈殿物）が配管に流入し、燃料フィルターが詰まることによる。対策としては、燃料小出槽などのタンクのドレン抜きを月ごと或いは 6 か月点検で実施し、1 年点検時には燃料フィルター（コシ器）の分解清掃・エレメント交換を行うことがある。なお地下タンクの底部のドレンアップを行うことも計画する場合、汲み上げ用のオイルポンプを用意する必要があるので留意する。

さらに信頼性を増すためには専門業者に依頼し、主燃料タンクや燃料小出槽のスラッジ濃度測定を数年間隔で行う計画を検討する。濃度測定の結果を元にし、タンク底部にドライスラッジが堆積すると専門業者が判定される場合、10年ごとなど定期的に主燃料タンクや燃料小出槽等から一旦燃料を汲み出してタンクローリー等に移し、ドライスラッジの除去とタンク内の清掃を行い、上澄みのきれいな燃料を注入し戻す、という対応が考えられる。

また、地下の主燃料タンクから燃料小出槽に送油される部分にプリフィルターを設け、かつ発電装置側の燃料フィルター詰まりの警報を出力する設備の導入を検討することも考えられる。但しこの場合、燃料フィルターの交換には下記のエア抜き作業も必要とする場合があり、メーカー保守員レベルの作業者が必要なる可能性があることに注意する。

（２）発電機燃料を使い切って停止後、燃料を補給する際の注意

燃料切れで発電機が停止した後、燃料を補給してもエンジンが始動しない場合がある。これは、燃料供給装置（燃料タンクから燃料噴射弁まで）の中にエア溜まりが出来て燃料が噴射しなくなるため起きる「エア噛み」と呼ばれるトラブルである。燃料切れで発電機停止した場合は、再運転する前にエア抜きの作業を実施する必要がある。エア抜きの方法は取扱説明書に記載されているので、事前に練習しておくことが望ましい。

なお、エア噛みを発生させないためには、燃料を使い切る前に燃料を補給する。

（３）非常時の異種燃料補給の注意

燃料不足時に異種燃料を補給することは製造者の保証外となるため、原則として行わないものとするが、非常時の燃料入手状況からやむを得ない場合は次の事項に注意し、運転継続不能を回避することも有り得る。

①Ａ重油仕様の発電設備に軽油を入れた場合は、稼動できる可能性が高い。
②1,000kVA 以上の発電設備であれば、Ａ重油仕様に灯油を入れた場合でも、軽油仕様／灯油仕様に灯油／軽油を入れた場合でも稼動できる可能性が高い。
③軽油仕様／灯油仕様の発電設備にＡ重油を入れると、フィルターが目詰まりして運転停止に至る可能性がある。
④Ａ重油で危険物届出している場合に軽油・灯油を入れることは、指定数量オーバーになり法規制に抵触する可能性があるので、留意する。

Ｉ．６　JEM-TR144 の概要と耐震性強化の仕様例

（１）JEM-TR144「配電盤・制御盤の耐震設計指針」について

本指針は、1985 年制定、2003 年に改正された（一社）日本電機工業会の技術資料である。この技術資料の範囲は、盤の構造に関わる耐震設計とされており、盤本体の製作に関わるものである。盤の耐震機能は、設備の用途、重要性によって、地震時、機械的に対応可能な地震加速度の大きさを表す耐震クラス及び地震後に正常状態への復帰の早さを表す耐震機能クラスによって表すことができるという考え方に基づいている。盤の耐震性能に対する要求が高いほど、大きな地震加速度に対応できることや、地震後の早い復帰が要求されるとし、盤の耐震クラスは、建物の影響を大きく受けるために、盤の用途別分類と建物の耐震クラスとの組合せによって決定するとしている。すなわち重要な建物・重要な盤は耐震性能に対する要求が高いので、防災拠点等の盤の強度は、耐震機能クラス１とする。

この指針の盤の耐震機能クラスと建築センター指針の機器の支持についての耐震クラスＳ・Ａ・Ｂの概ねの関係を以下に示す。

盤の耐震機能クラス	内容	備考	建築センター指針の耐震クラス
1	地震波によって停止又は誤動作・誤不動作はあるが、地震鎮静後は点検を実施し運転再開可能とする。	地震後は点検を行い、盤が早く正常状態に復旧できるもの。	Ｓ又はＡ (防振支持はＳ)
2	地震波によって、使用上支障となる取付機器の脱落又は重大な損傷が生じることなく、地震鎮静後は汎用機器の取替え又は簡単な応急処置によって、運転再開可能とする。	地震後は点検又は必要に応じて汎用機器の取替え若しくは修繕を行い、１に準じた早さで正常状態に復帰できるもの。	B (防振支持はA)

（２）盤（キュービクル等）の耐震機能クラス１による事項

盤は JEM-TR144（2003）の耐震機能クラス１とし「６．耐震設計における留意点」（下記）を遵守する。

①盤の応答倍率が極力低くなるような、剛性を高めた構造を採用する。

②盤の箱本体は四隅のコーナー部に鋼板製補強材を入れ、強度向上を行う。

③盤内の重量物の器具類は盤の下側に取付け、取付金具およびフレームの十分な強度を確保する。

④重量物が盤の上部に位置せざるを得ない場合は、片持ち支持は用いず、両持ち支持とする。

⑤前面保守の薄型盤の場合は、床のアンカーボルト支持のほか、頂部振れ止め材により躯体と緊結する。困難な場合は列盤の両脇に床から鋼材を立てて頂

部を支持する。
⑥盤表面の取付器具などで奥行寸法が長いものは、後部支持を設ける。
⑦変圧器の防振装置のストッパー強度は計算による板厚やボルト径のものとし、変圧器上部に過大な変位を生じぬよう、防振装置とのクリアランスを 2mm 以下に調整する。
⑧遮断器など引出し機構付の機器には、地震力に対する挿入位置ロック機構を設ける。
⑨ブスバー等と配線接続部は余長を確保し、配線側は適切な支持を行う。
⑩盤内配線・導体は、地振動に対応した盤内余長を確保しながら、必要に応じ接触短絡防止の絶縁措置を行う。
⑪扉は地震力に対してロックできる構造のものとする。
⑫盤に内扉を設ける場合、内扉の可動側のロック構造は地震時せん断力に耐える構造とする。
⑬盤の箱本体と基礎ベースの締付ボルトの周辺部には堅固なワッシャなどの補強材を装着する。この締付ボルトのサイズ・本数は建築センター指針の耐震クラスＳとして盤の設置階における設計用標準震度を使用して計算により確認する。
⑭盤の基礎ベース（チャンネルベース）下部のアンカーボルトには押さえ鋼材を挿入する。
⑮盤の基礎ベースの据付に用いる盤据付アンカーボルトは躯体基礎コンクリート面あるいは鉄筋コンクリートの床に設け、躯体と緊結する。置き基礎や増し打ちコンクリート･ラフコンクリートに支持することは行ってはならない。
⑯盤据付アンカーボルトは埋込アンカーとする。事情により、あと施工アンカーとせざるを得ない場合は、あと施工アンカー技術資格者が施工すること。なお箱抜アンカーは使用してはならない。また、めねじ形アンカーボルトは原則として使用しない。
⑰盤据付アンカーボルトはスラブ厚さを考慮し、ボルト長さを決定し、盤据付アンカーボルトの基礎辺部までの距離（へりあき寸法）は十分確保する。

（３）耐震性能をより向上させる付加仕様の例
①盤の扉周りは盤の固有振動数が高くなるよう鋼材で剛性を高め、また扉開放や脱落の発生を防止する構造とする。
②各盤には物理的に可能な範囲で鋼板製の隔壁を入れ、障害時の波及防止と盤の剛性を増すことにもつなげる。
③ブスバー銅帯その他、すべての導体は絶縁体で覆い（Ｇ級）、不測の事態でも導体接触の短絡事故などを防止する。
④ブスバー固定碍子の破損でバスバーが落下することのないよう、支持碍子を増やして堅固に固定し、ブスバーの過大な揺れを防止する。

⑤過電流継電器などその動作により停電を招くものは、振動で誤動作する誘導型とせず静止型とし、盤の下部側に配置する。

⑥LBS に取付けるヒューズは振動で外れぬような措置を施したものとする。

⑦変圧器の耐震強度は、建築センター指針の耐震クラス（設置階のもの）による設計用標準震度への耐量と同等のものとする（脚鉄支え板、脚鉄バンド締め、脚鉄側面支え板、上部および下部の継鉄支え板の設置など、鉄心やコイルの固定構造が強固なもの。コイルサポートは堅固に取り付ける）。

⑧変圧器取付ベースおよび固定用チャンネルなどは堅固な鋼板を使用し、耐震計算に基づく取付ボルトで緊結する（防振支持される場合は、移動・転倒を防止する耐震ストッパーを設ける）。

⑨長周期振動対策として、変圧器のほか建物防振のため揺れることが前提となっている機器に接続される電路材（制御線・接地線等を含むすべての一次側・二次側電線）はその揺れによる変位に耐え得る十分な余長を電路材に持たせ、適切な箇所で固定支持して接続端子に引張力がかからぬようにする。接続端子は補強を施すなど堅牢なものとし、電線の接続は堅固に行う。

（４）盤一次側の施工についての検討事項の例

施工者は現場にて以下の事項について検討書を作成し、対応を発注者と協議する。

①架空引込の場合、引込柱は地震時の傾きや折損などの障害を防止できること。

②架空引込線がある場合は、建物の揺れに追従でき、引込線およびその接続先への障害を防止できること。

③地中引込の場合、電力会社の高圧キャビネットのコンクリート基礎は堅固で、地震時の傾きなどの障害を防止できること。

④ハンドホールは下部を転圧するなどにより、沈下を防止できること。

⑤埋設鋼管はコンクリート根巻補強を施すなどにより、沈下や管路の障害を防止できること。

⑥ハンドホール内のケーブルにゆとりを持たせ、ケーブルおよびその接続先への障害を防止できること。

⑦建物地中引込部の管路は、地盤の状況に合わせた変位吸収管材を使用するなどにより、ケーブルや管路の障害を防止でき、引込口損傷による建物内への水害を防止できること。

⑧液状化の可能性がある場合、地上・地中の関係箇所は地盤改良し、機材の浮き沈みによる障害を防止できること（建築構造設計者に確認する）。

【参考資料Ⅱ】

Ⅱ．１　設備地震対策の策定及び改訂の経緯

本書（「静岡県防災拠点等における設備地震対策ガイドライン」）は、平成7年1月17日に発生した阪神・淡路大震災を教訓とした静岡県内の防災拠点等（庁舎、病院、保健所、警察施設、学校等）における地震対策への取り組みとして、平成8年に「静岡県防災拠点等における設備システムの地震対策ガイドライン」として発行された。

その後､平成23年3月11日に東北地方太平洋沖を震源とする東日本大震災が発生し、地震対策の見直し及び津波への対策を追加することを急務として、平成26年に改訂されたものである。以下に平成7年度に本書初版が発行される契機となった「阪神・淡路大震災における被害の教訓と設備のあるべき姿」を掲載する。

Ⅱ．２．阪神・淡路大震災における被害の教訓と設備のあるべき姿

Ⅱ．２．１　はじめに

平成7年1月17日に発生した兵庫県南部地震（いわゆる阪神･淡路大震災）は、兵庫県神戸市を中心とした阪神地区に未曾有の被害をもたらした。

この震災においては、6,400名を超える人命が失われたほか、

- 耐震設計がなされていた道路、橋梁、建築物の損壊
- 都市火災による大規模な延焼
- 電気、通信、上水、下水等インフラ（ライフライン）の機能停止による都市生活環境の破壊

等の事象が確認されており、これらは、今後の都市・建築における震災対策を考える上で、貴重な教訓とすべき事項を多く含んでいる。

本稿においては、この震災から導かれる教訓と、特に防災拠点としての機能が要求される建築物における設備のあるべき姿について述べる。

Ⅱ．２．２　被害の概況

Ⅱ．２．２．１　建築物の被害の概況

（１）建築年と被害状況との関係

昭和56年の新耐震設計法に基づく建築基準法改正以降の建築物については、倒壊に至るような大きな被害は少なく、それ以前の建築物、特に昭和46年以前の建築物の被害が大きい。(「平成7年阪神・淡路大震災建築震災調査委員会報告書―集大成版―」より)

（２）構造種別と構造体被害状況

ＲＣ造、ＳＲＣ造では、1 階層崩壊、中間階崩壊、一部の柱の座屈、Ｓ造では、溶接部破断、ブレース破断、柱脚破損が多く見られる。ＲＣ造では、ピロティの有無に関わらず、大きな被害が見られるが、昭和 56 年以降の新耐震導入以降の建築物については、「倒壊又は崩壊」といった大きな被害を受けた建築物の多くは、ピロティ形式の建築物である。（「平成 7 年阪神・淡路大震災建築震災調査委員会報告書―集大成版―」より）

Ⅱ．２．２．２　電気設備の被害の概況

建設大臣官房官庁営繕部が、所管の官公庁施設を対象として実施した調査によれば、電気設備が受けた被害は、配管・配線類と照明器具、時計、スピーカー等の小型機器類に集中しており、調査対象とした建築物の半数を超えるものに被害が見られた。大型機器については、屋外キュービクル基礎の傾斜、モールド変圧器のクラック、変圧器と進相コンデンサの移動、また、発電機においては、冷却水がなくなったための停止という被害がそれぞれ 1 件ずつ見られた。蓄電池とＣＶＣＦについては、調査対象施設で設置されている数が少ないこともあり、今回被害が見られなかった。また、盤内機器については、被害を受けていない。配管・配線類については、被害の約 2／3 が屋外の配管で発生しており、その過半は、地盤の動きによる埋設配管の被害である、としている。（「阪神・淡路大震災　建設省が講じた措置」より）

Ⅱ．２．２．３　機械設備の被害の概況

建設大臣官房官庁営繕部が所管の官公庁施設を対象として実施した調査（調査対象 25 施設 50 棟）によれば、

（１）最も被害が多かった設備は給水管及び排水管で、調査対象施設の約半数で見られた。主に地中埋設部分の引き込み接合部及び排水桝取付部が地盤沈下により破断した。

（２）機器の被害は、冷却塔の損傷が 4 件、パッケージやファンコイルの移動・転倒が 9 件見られた。転倒防止措置が講じられていない空調機器は、転倒して使用不能となった。

（３）被災直後の断水は約 9 割の施設に及び、8 割の施設までが復旧に 3 週間以上を要し、6 割がポリタンクや給水車の支援に頼った。

（４）排水系統に被害を受けた施設は 10 件あり、排水不能日数が 1 カ月以上に及んだ施設もあった。中には部分的被害にも関わらず、排水していた施設もあり、建物自身が使用不可能だった施設もあるとしている。（「阪神・淡路大震災　建設省が講じた措置」より）

Ⅱ．２．３　被害の教訓と防災拠点における設備のあるべき姿

Ⅱ．２．３．１　被害の教訓

建築設備については、昭和 57 年に刊行（昭和 59 年に改訂）された「建築設備耐震設計・施工指針」注）（財団法人日本建築センター刊 建設省住宅局建築指導課監修）に確保すべき耐震性能と、性能を確保するための方法が示されている。

注）平成 26 年 2 月現在、「建築設備耐震設計・施工指針 2005 年版」国土交通省国土技術政策総合研究所及び独立行政法人建築研究所監修、一般財団法人日本建築センター発行が最新版である。

この建築センター指針が刊行されるまでは、設備の耐震性能に関する技術的基準が一般には用いられておらず、設備にも耐震設計が必要であるという認識自体が極めて希薄であった。

このため、昭和 57 年以前に設置された、建築センター指針が適用されていない設備が、大地震によって被害を受けることは、やむを得ないとも考えられるが、設備の被害状況調査において、第一に必要な事項は、建築センター指針の有効性を確認することである。

この有効性を確認するための手順は、図参Ⅱ．２．３．１－１に示すとおりである。損壊した設備が建築センター指針に適合する（単に設計条件として建築センター指針が用いられていた場合ではなく、現に適合した「状態」にあるものをいう）ものであれば、設計用地震入力の設定も含めて建築センター指針の妥当性を検討する必要があるということである。

損壊した設備が、設計条件としては、建築センター指針が用いられていたにも関わらず、実際にはこれに適合しない状態であったとするならば、この原因を明確化し、「状態」としての耐震性能を確保するための手立てを検討することとなる。

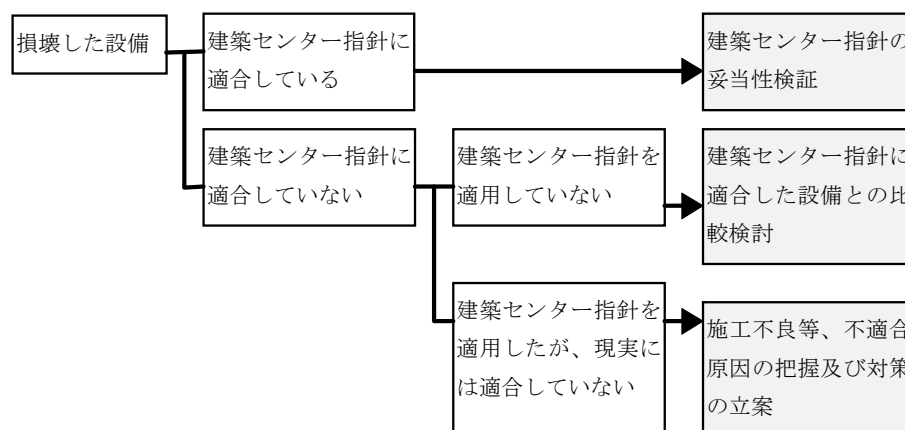



図　参　Ⅱ．２．３．１－１　建築センター指針の妥当性に関する検討

また、従前より、公共施設等、防災・避難拠点としての機能を求められる建築物においては、単に耐震性能を確保する、ということにとどまらず、震災後の一定期間、一定の機能を確保しておく必要があるといわれてきたが、従来の設備設計においては、殆どこのような概念を組み込んだ設備設計は行われていなかった。

これは、危機管理に対する取り組みが不十分であったことの証左であることは言うまでもないが、実際に震災時の機能維持を考える上では、どの程度の期間、どのような機能が必要となるのか決定するための情報が決定的に不足していたのも事実である。

阪神・淡路大震災は、震災後建築物の機能維持の必要性を改めて浮き彫りにしたが、被災事例を調査することにより、どの程度の期間、どの程度の機能が必要となるのか決定するために必要となる条件を学ぶ必要があるであろう。

震災から1年以上の年月が経過し、官公庁、学会、業界団体等によって精力的に調査が行われた結果、建築センター指針の妥当性については、次のような調査結果が得られている。

もとより、これらの調査は、必ずしも完全なものではなく、より一層の調査・研究の進展を期待するところである。

（1）設備機器・配管における耐震上の問題点と対策

建築センター指針の適用の有無と、被災内容の関係について調査・検討がなされた結果、建築センター指針は、次の点を除き、概ね有効と考えて良い、とされている。

したがって、設備機器・配管の耐震性の確保に当たり、まず第一に講ずるべきことは、次の点に対する対策を踏まえ、建築センター指針の的確な適用を図ることである。

1）設計用地震入力の設定

建築センター指針における建築設備の設計用地震入力は、宮城県沖地震（震度階 6^+ の下限に近い値程度）を考慮して設定されているが、阪神・淡路大震災においては、震度階7若しくは 6^+ の上限に近い値が各所で観測された。

このため、設計用地震入力については、建築センター指針の見直しが必要とされており、現在、従来の設計用標準震度（「重要性が高い建築設備機器」と「通常の建築設備機器」の2つのグレードを設定）に加えて、「重要性が高い建築設備機器」の設計用標準震度に対して1.5倍程度の大きさの設計用標準震度を設定し、3つのグレードを設定することが検討されている。

したがって、防災拠点等被災後の機能維持を図るべき建築物においては、上記を踏まえ、設計用地震入力を設定する必要がある。

２）水槽のスロッシング対策

建築センター指針においては、水槽の側面及び底面について、地震入力に応じた耐震設計を行うことを規定している。

しかし、阪神・淡路大震災においては、水槽内の水の共振により、ＦＲＰ水槽の天盤や水槽内部のタラップ、配管等が破損した事例が報告されている。水槽の天盤や内部配管が破損することにより、水損による二次被害や、水槽の衛生が失われることによる飲料水の価値減損が惹起されることとなる。

このため、水槽については、次のとおりスロッシング対策が必要となる。

・ＦＲＰ水槽に場合、天盤をスロッシングに耐えるよう補強すること。
・水槽の内部に、オーバーフロー配管等破損した場合に漏水が発生するような配管を設けず、これらの配管は水槽の外部に設けること。

３）施工不良等

本来、施工不良等によって耐震設計の意図が十分に反映されないことへの対策は、建築センター指針を的確に適用するということに尽きるのであるが、阪神・淡路大震災においては、不適切な施工等による設備の損壊事例が多数報告されている。以下に代表的な不良事例を示す。

・設計上要求した耐震性を有する機器が設置されていない。
・あと打ちアンカーボルトの強度が出ていない。
・構造体と基礎の接合が不十分である。
・増改築に伴い設置した設備が、耐震基準を無視したものとなっている。

（２）設備システムにおける問題点と対策

近年、建築物に設けられる設備は、使用者の多様なニーズに対応することを至上の目的として、複雑多様化・高機能化の一途を辿ってきた。

阪神・淡路大震災は、このような設備による建築物の機能向上も、一瞬の震災によって灰燼に帰すことを改めて白日の下にさらした。

従来、「防災」といえば、「構造耐力」、「防火安全」という限定された局面のみ評価してきたが、設備システムの計画・設計において、考慮すべき真の「防災」とは、前述の事項を自明の前提として、建築物にある程度の損壊が余儀ないものである場合に、機能を保持するためにはどうすればいいのか、更に都市インフラ（ライフライン）の機能が失われたらどうなるのか、どの程度の期間、どの程度の機能を保持する必要があるのか、といった事項を広義の「防災対策」として位置づける新たな設計思想を必要不可欠のものとするのである。図参Ⅱ．３．３－１は、阪神・淡路大震災における被災事例から得られた、インフラ（ライフライン）の機能回復過程を示している。

もとより、これらの調査は、必ずしも完全なものではなく、より一層の調査・研究の進展を期待するところであるが、被災事例を調査することにより、

どの程度の期間、どの程度の機能が必要となるのか決定するために必要となる条件をより明確に把握する努力を継続する必要があることは、いうまでもない。

なお、阪神・淡路大震災においては、従来の震災と比較してインフラ（ライフライン）の復旧にかなりの時間を要しており、特に上水の途絶が長期に渡っていることは、注目に値する。

設備システムにおける問題点とは、畢竟上記の設計思想の欠落として総括することができるが、以下に、代表的問題点についてとりまとめた。

1）「機能維持」という視点の欠落

阪神・淡路大震災においては、給水系がダメージを受け、この部分からの漏水により、冷却水を失った非常用電源が動作不能となったという事例や、地震に伴う停電を感知し、一旦起動した非常用電源が、燃料を空費した、という事例も認められた。

また、飲料水や便所洗浄水の欠乏により、生活に支障を来した。これらの事例が包含する問題点を次に列挙する。

a）インフラ（ライフライン）の途絶を想定していない。

震災により、インフラ（ライフライン）［水］が途絶することをそもそも想定していなかった。このため、多くの被災事例においては次のようであった。

・インフラ（ライフライン）の途絶に対応した備蓄がない。
・平常時も併用可能な井戸等の水供給源を用意していない
・雨水利用、排水再利用等を導入し、セミクローズ化による、インフラ（ライフライン）途絶対策を講じていない。

b）インフラの途絶に対応した備蓄がない。

震災により、インフラ（ライフライン）［水］が途絶することをそもそも想定していなかった。したがって、インフラ（ライフライン）の途絶に対応した備蓄を行うべくもなかった。

c）システムとしての重要度を斟酌していない。

震災により、発電機を中心とする高価な或いは重量の大きな機器については、比較的慎重に耐震対策を施していたが、給水設備を構成する廉価でかつ軽微な部分に対する取り扱いが慎重さを欠いた。これは、設備に対する耐震対策を講ずる上で、システムとしての重要度を斟酌せず、単純に機器ごとに重要度を設定したことを意味する。

d）震災によってシステムの一部が破損した場合を想定していない。

震災により、システムの一部が破損し、建築物が保有している水・エネルギーを失われ、復旧活動に支障を来すことを想定していなかった。この

ため、本来復旧までの生活支援に貢献することができる建築物に蓄えられていた水、燃料を無駄遣いしてしまった。

システムの一部が破損した場合のダメージを局部化・局限化する為の検討を欠いている。

ｅ）信頼性を向上させるシステム構成となっていない。

設備のように、部位を直線的に接続して機能を発揮するものの信頼度は、基本的に直列に接続された部位の信頼度の積によって与えられるが、これは下記のことを示している。

・同じ程度の信頼度の部位を組み合わせると、部位が増えれば増えるほど、信頼度は低下する。
・一部でも信頼度が低い部位があれば、全体の信頼度は、その部位の信頼度にひきずられる。
・系統の並列化を図ることにより、信頼度は上昇する。

ｆ）震災時に確保すべき機能が把握されていない。

本質的問題であるが、設備の計画・設計が、通常時の運転や火災発生時の運転に局面を限定しているため、震災時にどのような機能をどの程度確保すべきか、という点に関する検討が皆無であった。

２）二次被害の防止という視点の欠落

阪神・淡路大震災においては、建築物内の水配管の破損によって、上記ｃ）に指摘した問題が顕在化したほか、建築物内の水損が認められた。

建築物が水配管の破損によって水損を受けた場合、室内空間の性格によっては、配管や当該配管に係るシステムそのものに対するダメージよりも遥かに大きなダメージをユーザーに与える場合がある（しばしば致命的ダメージを与えることとなる)。

しかし、多くの場合、水を嫌う空間であっても、傍若無人として水配管が敷設させていることが少なくない。

平常時においては、水配管からの漏水を懸念すること自体、杞憂であるとしてもそれほど間違っていないのかもしれない。

しかし、震災後の機能維持という点から考えると、水損に限らず、震災によって設備に生じた状況が惹起する二次災害を視野に入れた設備設計が必要不可欠であるといえる。

３）器具対策の欠如

「機能維持」という観点から考えると、設備の末端に接続される器具や機器についても、その性格に応じて、震災対策を行う必要が生ずる場合がある。

器具や機器そのものが必要とする機能を維持するために必要不可欠な場

合（ネットワークを構成するコンピュータシステム、医療器具等）や、比較的耐震上の配慮を欠いた設置が行われやすく、かつ、その損壊がシステム全体に影響を及ぼす場合（冷水機、水飲み機、給茶器等）であっても、従来、設備の耐震対策は、「設備」と認知している部分にとどまる傾向があった。

これら器具、機器等に対策を講ずることは、実際問題として大変困難なことであると思われるが、必要とする機能を確保するためには、このような対策も必要となることを了知しておく必要があるであろう。

Ⅱ．２．３．２　防災拠点等における設備のあるべき姿

（１）防災拠点とする建築物に求められる事項

防災拠点等においては、まず、防災拠点としての活動において求められる機能を確保するということが要求されるのであるが、既存の建築物を防災拠点とする場合においては、機能上の要求に答えきれない場合が多いと思われる。

即ち、経済的合理性等からみて、防災拠点としての活動において求められる機能を、必ずしもすべて実現することができないことがある、ということである。

このような場合、考えるべきことは次の３点である。

・当該建築物を防災拠点とすることを断念する。
・当該建築物の防災拠点機能は、低水準のものであると認めた上で、代替手段を拡充する。
・当該建築物の防災拠点機能については、低水準のものとして妥協し、受忍する。

既存建築物については、現実問題としてある程度の妥協がやむを得ない場合が大多数を占めるものと考えられるが、新たに防災拠点を設ける場合の基本的な考え方は、次のとおりである。

１）立地条件の選定

防災拠点とすべき建築物は、活断層や液状化の影響を受けにくい安定した地盤で、かつ、上水、電気等の供給が地震によって絶たれにくい地域に立地することが望ましい。

２）耐震性能の確保

防災拠点は、想定する地震入力に対して、構造体のみならず、天井、間仕切り壁等、非構造材、建築設備、器具類についても、防災拠点機能に支障が生じない耐震性能を有することが求められる。

建築設備が震災後機能を発揮するためには、パイプラインの分断を防ぐ意味から構造体の変形量が少なければ少ないほど良いのであるが、建築物の剛性を向上させることにより、構造体の変形量を減少させ、耐震性能を向上させると、非構造材、建築設備、器具類に対する地震入力が却って大きくなることは、大変重要な意味を持っている。

非構造材、建築設備、器具類については、殆ど手を加えられることがない構造体に比べて、竣工後の改修等が頻雑に行われることから考えても、これらの耐震性を高めることによって機能確保を図ることは、かなりの労力を必要とするであろう。

したがって、新たに建築する防災拠点の構造上、特に考慮すべき事項は、免震、制震技術の導入である。これらの導入により、建物そのものの耐震性能を確保した上で、非構造材、建築設備に対する地震入力を低減することが期待できる。

このことは、防災拠点が地震に遭遇したとき、非構造材及び設備が損壊せず、機能を発揮する可能性が向上することを意味している。

免震、制震技術を導入した場合、設備は、免震、制震に伴う構造体の変位に完全に対応することが求められるが、建築物の免震化・制震化と、設備側の耐震対策を併せて実施することにより、防災拠点が震災後機能発揮する可能性が増大するであろう。

（２）防災拠点における設備に要求される事項

震災後においても、一定の機能を要求される防災拠点等における設備は、Ⅱ．２．３．１に示した問題点を解消したものでなければならない。

即ち、

１）十分な耐震対策がなされていること

・適正な設計用地震入力の設定
・震災時の建物の変形に対する追従
・水槽のスロッシング対策の実施
・施工不良や増改築工事に伴う耐震性に欠ける施工を払底するための厳重な監理・検査の実施

２）「機能維持」を前提とした設備システムの設計

・震災時に確保すべき（できる）機能の把握
・インフラ（ライフライン）の途絶を想定した備蓄容量の設定
・震災後の設備システムの信頼度を向上させるシステム構成(並列冗長化等)
・機能に障害を生じせしめる二次災害を防止するシステム構成等が防災拠点における設備システムに要求される事項である。

（３）防災拠点等における設備のあるべき姿

防災拠点等においては、上記のとおり、可能な限り良好な立地条件（地盤、インフラ）で、免震・制震技術を導入した建築構造とした建築物に、十分な耐震対策を施した、「機能維持」を前提とする設備システムを設置するべきである。

また、防災拠点のように、「非常時の機能維持」を目標として設定した建築物においては、非常時に「インフラ」をある程度代替する設備システムを、建築物そのものが有することとなる。

このような設備システムを構築するに当たり、単純に水、燃料の備蓄のみを行うのではなく、リサイクルを基調としたセミクローズドシステムを構築することは、平常時からシステムを運用することによって、非常時の信頼性向上を図ることができるばかりでなく、資源・廃棄物の有効利用という観点からも、大変有益なことである。

したがって、防災拠点においては、震災時の機能維持を図ることがまず第一であるが、その設備システムは、リサイクルを基調としたセミクローズドシステムとすることが、我が国における都市・建築の健全なストック形成に資するものと考えられる。

Ⅱ．３．地震被害に基づく損傷防止対策などの例

Ⅱ．３．１　設備の被害例と対策例

（１）敷地内の地盤沈下に伴って、排水桝の浮上や建物導入部の配管に対して破損等の被害が生じた。

［対策例］：建設地域の地盤の性状を把握する。原則として、給水引込管の建物導入部は、予想沈下量を想定して、３軸方向の地盤変位に対して対応可能な変位吸収管継手（又はフレキシブル管、一般には可とう継手、可とう管という）を採用する。

（２）機器・器具の移動や転倒等の被害が生じた。

［対策例］：電気温水器、厨房用冷蔵庫類、厨房器具、水槽類も含む機器にはて移動や転倒による被害が生じたが、これら機器には構造躯体への支持固定が弱体であったか、或いは支持固定がなされていなかった。

→大規模地震による給湯設備の転倒・移動の被害を防止するため「建築設備の構造耐力上安全な構造方法を定める件（平成 12 年建設省告示第 1388 号）」（以下、「告示」という。［参考資料Ⅳ参照］）が改正され、給湯設備の転倒防止措置の基準が明確化された。

以下に、告示の概要を記す。

満水時の水の質量の総和が 15kg を超える給湯設備は、地震その他の震動、衝撃に対し安全性を確保するために、給湯設備の周囲に転倒、移動等により著しい破壊が生じない丈夫な壁又は囲いを設けること。設けない場合は、次によること。

①給湯設備を設置する場所、質量及びアスペクト比の欄の区分に応じ、給湯設備の底部又は支持構造部の底部をそれぞれアンカーボルトの種類及び本数等を平成12年建設省告示第1388号第5第一号の通り建築物又は敷地の部分等に緊結すること。

②給湯設備を設置する場所、質量の区分に応じ、給湯設備の上部を告示第5第二号のとおり緊結すること。但し、質量が 15kg を超え 60kg 以下である場合は自立する構造、質量が 60kg を超え 600kg 以下である給湯設備はその底部又は支持構造部をそれぞれの区分のアンカーボルト等により建築物に緊結すること。

③給湯設備を設置する場所、質量の区分に応じ、給湯設備の側部を告示第5第三号の通り建築物の部分等に緊結すること。

④給湯設備又は支持構造部の建築物の部分等への取付部分が荷重及び外力によって生ずる力によって安全上支障がないか確認すること。

（３）室内横引き配管が揺れにより、配管分岐管の枝管等において、亀裂・折損等の被害が生じた。横引きダクトも揺れにより変形や分岐部の亀裂、キャンバス継手部破損を生じた。

［対策例］: 横引き配管は耐震支持を行う。分岐管には 3 軸方向の変位に追従できる 3 クッションなどを設置する。
配管・ダクトなどは端末（末端から約 1mの位置）を耐震支持する。キャンバス継手やフレキ継手部の両端は原則として耐震支持し、振止めの措置を講ずる。

（４）横引き管が揺れにより落下したり、屋上では転倒した。

［対策例］: 防災拠点等の横引き配管の耐震支持部材は全て S_A 種とする。
床上横引き配管の自重支持は全て門型支持とする。

（５）吊り機器は大きく揺れ、本体の破損や付属配管の折損等の被害が生じた。

［対策例］: 1kN 以下の軽量な吊り機器は振れ止め措置を講ずる。
1kN 以上の吊り機器は基本的に形鋼材による振れ止め措置を講ずる。

（６）天井面に設置されていた大型制気口や排煙口が変形や脱落した。

［対策例］: 機器の質量に関わらず、天井に取り付ける機器などの天井面への設置方法は、耐震仕様や設計図書、施工図、計算書などにより設計者と施工者、天井施工会社が協議して取り付け要領を定

める。天井が耐震天井となっていない場合にも同様である。

（7）蓄電池本体が破損し、液漏れ等が生じた。

［対策例］：本体空隙にスペーサを入れ補強する。

Ⅱ．３．２　エネルギー等の供給側との事前協議と体制作り

防災拠点等の施設では、優先的にインフラ（ライフライン）から供給を受けることが可能であるような復旧体制を整えておくことを、供給者と協議しておくことが望まれる。各種燃料についても同様である。

Ⅱ．３．３　初動期間を想定した備え

初動期間中はライフラインの途絶を前提として自立活動ができることを目指す必要があり、この期間中は被災設備の応急処置等も限られた現場員自身が行うことを想定しておかなければならない。

３日程度の初動期間を経た後には外部からの支援も徐々に期待でき、復旧・補給が可能になってくると想定される。［図参Ⅱ．３．３－１参照］

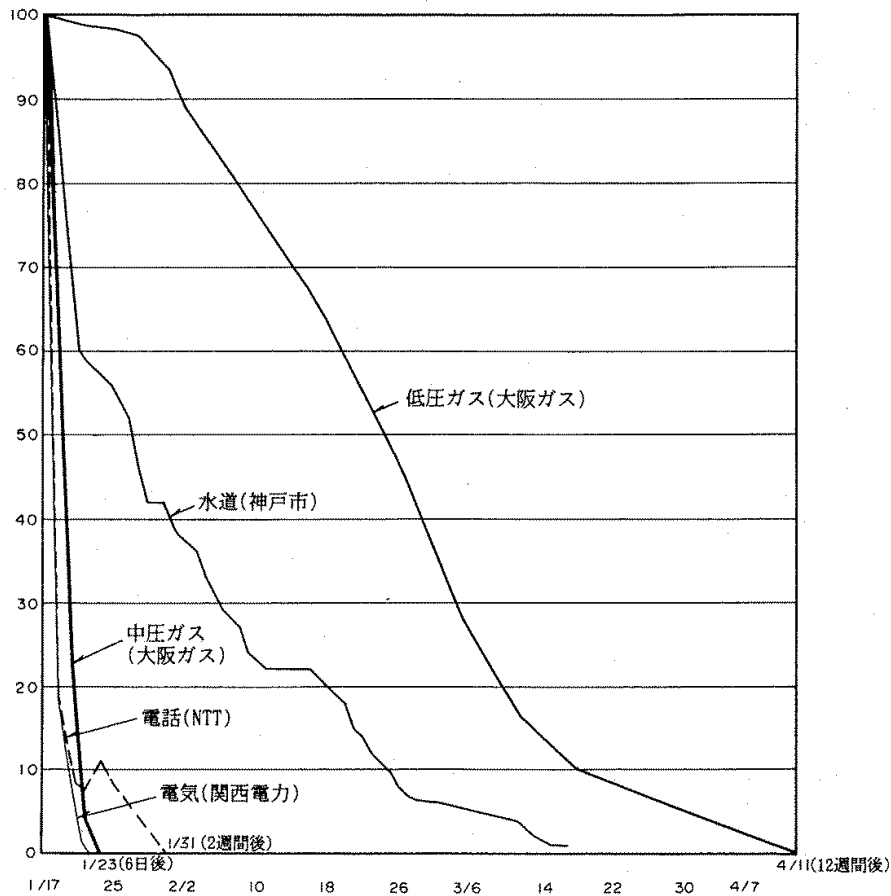
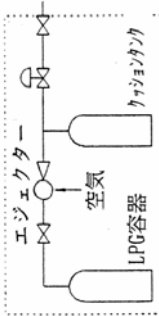
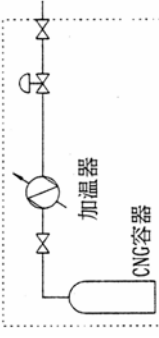
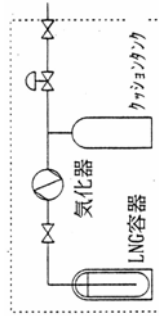



図　参　Ⅱ．３．３－１　阪神・淡路大震災のライフラインの復旧過程

【参考資料Ⅲ】　移動式ガス発生設備の種類ごとの特徴

種類	（1）空気吸入式(プロパンエアー式=PA式)移動式ガス発生設備	（2）圧縮ガス式(CNG式)移動式ガス発生設備	（3）液化ガス式（LNG式）移動式ガス発生設備
設備概要	LPGボンベからの発生ガス圧力を利用し、エジェクターにより大気中の空気を吸引し、プロパンガスと混合して都市ガス(天然ガス)と同グループのプロパンエアー(PA)ガスを発生させる。	天然ガススタンド等で、CNGボンベ・カードルに20MPa程度に圧縮・充填された熱調・付臭済のガスを減圧(低圧又は中圧)して供給する。	LNG充填所等で、LNG低温用容器に充填された液熱調・液付臭済液化ガスを気化して供給する。
設備の特徴	熱量及び圧力安定のため、クッションタンクが必要。	天然ガス供給事業者で使用する場合、通常供給しているガスと同じ成分のため、燃焼確認、警報器の付け替え等の手間が不要である。また、単位時間あたりの発生量が多く、中圧でも供給可能なため、大規模な施設への臨時供給も可能。	熱量安定のため、クッションタンクが必要。 LNGタンクでは長期間保存できない（概ね１ヶ月程度まで）。BOG発生、LNGとLPGの分離等が起きるため一旦貯蔵したLNGは全て使い切らないといけない。充填に非常に時間がかかる、充填場所が極めて限定される。
原料の調達	液付臭済プロパン純度95%以上のLPG(一般に流通)	天然ガススタンド等で充填	LNG基地等で充填(生産工場に専用設備必要)
供給ガス容量・発生量	LPG1,000kg未満（800Nm^3）の最大容量がある。単位時間当たりの発生量は、4Nm^3/hと30Nm^3/hタイプのものが主流。	CNG300Nm^{3}未満の最大容量がある。単位時間当たりの発生量は、4、10、50、100Nm^3/hタイプのものがある。	LNG1,000kg未満（12,000Nm^3）の最大容量がある。
設備概念図	エジェクター 空気 LPG容器 ｸｯｼｮﾝﾀﾝｸ	加温器 CNG容器	気化器 LNG容器 ｸｯｼｮﾝﾀﾝｸ
設備写真			

【参考資料Ⅳ】関係告示

エレベーター強度検証法の対象となるエレベーター、エレベーター強度検証法及び屋外に設けるエレベーターに関する構造計算の基準を定める件

平成 12 年 5 月 31 日建設省告示第 1414 号
改正：平成 25 年 10 月 29 日国土交通省告示第 1054 号

建築基準法施行令(昭和 25 年政令第 338 号)第 129 条の 4 第 1 項第二号、第 2 項及び第 3 項第七号の規定に基づき、エレベーター強度検証法の対象となるエレベーター、エレベーター強度検証法及び屋外に設けるエレベーターに関する構造計算の基準を次のように定める。

第１　建築基準法施行令（以下「令」という。）第 129 条の 4 第 1 項第二号のエレベーター強度検証法の対象となるエレベーターは、かごを鎖でつるエレベーターとする。

第２　かごを主索でつるエレベーターに係る強度検証法については、次の各号に定めるところによる。

一　令第 129 条の 4 第 2 項第二号に規定する$\alpha 1$及び$\alpha 2$（以下単にそれぞれ「α_1」及び「α_2」という。）の数値は、次に掲げる数値とすること。

イ　α_1は、次に掲げる場合に応じ、それぞれ(1)又は(2)に掲げる数値とする。

(1)　(2)以外の場合　2.0

(2)　エレベーターが次に掲げるものである場合　1.6

(i) かごの定格速度が 45m 以下であること。

(ii) かごの積載荷重が 3100N以下であること。

(iii) 昇降行程が 13m 以下であること。

ロ　α_2は、レールにあっては次に掲げる場合に応じて、それぞれ(1)又は(2)に掲げる数値とし、レール以外の部分にあっては 2.0 とする。

(1)　非常止め装置が次第ぎき非常止め装置の場合　3.0

(2)　非常止め装置が早ぎき非常止め装置の場合　6.0

二　かごを主索でつるエレベーターのかごの床版及び枠、支持ばり並びにレールに係る令第 129 条の 4 第 2 項第三号に基づき規定する安全率（以下単に「安全率」という。）は、次の表に定める数値とする。ただし、レールの安全率については、強度試験に基づき許容応力度を定めた場合においては、材料の破壊強度をその許容応力度で除した数値とすることができる。

イ　かごの床版及び枠

常時の安全率	安全装置作動時の安全率
3.0	2.0

ロ　支持ばり

種　　類		常時の安全率	安全装置作動時の安全率
(1)	鉄骨造又は鉄骨鉄筋コンクリート造の鋼材の部分	3.0	2.0
(2)	鉄筋コンクリート造又は鉄骨鉄筋コンクリート造のコンクリートの部分	7.0	1.5

ハ　レール

種　　類		常時の安全率（レールにかごの固定荷重又は積載荷重が常時作用する構造のものに限る。）	安全装置の作動時の安全率
(1)	(2)項以外のもので鋼製とし、鋼製の支持金物で昇降路に取り付けられたもの	3.0	2.0
(2)	令第3章第8節第3款の規定に基づき短期に生ずる力に対する許容応力度が定められた鋼材その他の金属を用いたもの	材料の破壊強度を令第3章第8節第3款の規定に基づき定められた短期に生ずる力に対する許容応力度で除した数値に1.5を乗じた数値	材料の破壊強度を令第3章第8節第3款の規定に基づき定められた短期に生ずる力に対する許容応力度で除した数値

三　かごを主索でつるエレベーターのイに掲げるエレベーターの主索及びその端部に係る安全率は、ロに定める数値とし、第129条の4第2項第四号に規定する限界安全率（以下単に「限界安全率」という。）はハに定める数値とする。

イ　主索及びその端部並びに綱車又は巻胴の直径が次に掲げるものであること。

(1)　主索をワイヤーロープとし、直径は、10mm以上であること。ただし、次の(i)又は(ii)のいずれかのエレベーターに用いるものにあっては、直径は、8mm以上とすることができる。

(i)　かごの定格速度が30m以下、かごの積載荷重が2,000N以下で、かつ、昇降行程が10m以下であるもの

(ii) かごの定格速度が15m以下で、かつ、かごの積載荷重が2,400N以下であるもの

(2)　端部（クランプ止めとした巻胴式エレベーターの巻胴側の端部を除く。）は、次に掲げるエレベーターにあっては、それぞれ(i)又は(ii)に掲げるものであること。

(i)　(ii)以外のエレベーター　鋼製ソケットにバビット詰又は鋼製の楔式ソケット

(ii)　(1)(i)又は(ii)に掲げるエレベーター　鋼製ソケットにバビット詰、鋼製の楔式ソケット、据え込み式止め金具、鉄製クリップ止め又はケミカル固定のロープソケット

(3)　綱車又は巻胴の直径は、主索の直径の 40 倍以上であること。ただし、次に掲げるものにあっては、それぞれ(i)から(iv)までに掲げる倍率以上とすることができる。

(i)　綱車で、主索に接する部分の長さがその周の長さの 1/4 以下であるもの　36 倍

(ii) 第一号イ(2)の基準に適合するエレベーターの綱車又は巻胴　36 倍

(iii) (1)(i)又は(ii)に掲げるエレベーターの綱車又は巻胴　30 倍

(iv) (1)(ii)に掲げるエレベーターの綱車又は巻胴で、主索に接する部分の長さがその周の長さの 1/4 以下であるもの　20 倍

ロ　主索及びその端部に係る安全率は、次の表に定める数値とする。

(1)　主索

エレベーターの種類		常時の安全率		安全装置作動時の安全率	
		設置時	使用時	設置時	使用時
(1)	(2)項以外のエレベーター	5.0	4.0	3.2	2.5
(2)	巻胴式エレベーターその他の主索に対し摩擦力による動力の伝達がないエレベーター（以下「巻胴式エレベーター等」という。）	5.0	4.0	2.5	2.5

(2)　主索の端部

常時の安全率		安全装置作動時の安全率	
設置時	使用時	設置時	使用時
4.0	3.0	2.0	2.0

ハ　エレベーターの主索及びその端部に係る限界安全率は、次の表に定める数値とする。

(1)　主索

エレベーターの種類		設置時の限界安全率	使用時の限界安全率
(1)	(2)項以外のエレベーター	3.2	2.5
(2)	巻胴式エレベーター等	2.5	2.5

(2)　主索の端部

設置時の限界安全率	使用時の限界安全率
2.0	2.0

第3　油圧エレベーターに係る強度検証法については、次の各号に定めるところによる。

一　α_1は、プランジャー（有効細長比を安全上支障がない場合を除き、250 以下としたものに限り、これのシリンダーからの離脱を防止する装置を含む。以下同じ。)、シリンダーその他のかごを支える部分、これらに直接支えられるかご並びに圧力配管及び油圧ゴムホースにあっては 1.3、その他の部分にあっては第 2 第一号イに掲げる数値とし、α_2は、第 2 第一号ロに掲げる数値とする。

二　かごを鎖でつるエレベーターの鎖以外の部分に係る安全率は、第 2 第二号及び第三号に定めるほか､次の表に定める数値とし､限界安全率は、第 2 第三号に定める数値とする。

イ　プランジャー、シリンダーその他のかごを支える部分及び圧力配管

常時の安全率	安全装置作動時の安全率
3.0（脆性金属にあっては、5.0 とする。）	2.0（脆性金属にあっては、3.3 とする。）

ロ　油圧ゴムホース

常時の安全率	安全装置作動時の安全率
6.0	4.0

三　かごを鎖でつるエレベーターのイに掲げる鎖に係る安全率は、ロに定める数値とし、限界安全率は、ハに定める数値とする。

イ　鎖及びその端部は、次に掲げるものであること。

(1)　ローラーチェーンであること。

(2)　端部は、1 本ごとに鋼製留金具により緊結すること。

ロ　鎖及びその端部に係る安全率は、次の表に定める数値とする。

常時の安全率		安全装置作動時の安全率	
設置時	使用時	設置時	使用時
5.0	4.0	2.5	2.5

ハ　鎖及びその端部に係る限界安全率は、次の表に定める数値とする。

設置時の限界安全率	使用時の限界安全率
2.5	2.5

第4　かごを鎖でつるエレベーターに係る強度検証法については、次の各号に定めるところによる。

一　α_1及びα_2は、それぞれ第 2 第一号に定める数値とする。

二　安全率は、第 2 第二号及び第 3 第三号に定める数値とする。

三　限界安全率は、第 3 第三号に定める数値とする。

第５　令第129条の４第３項第七号に規定する屋外に設けるエレベーターの風圧に対する構造耐力上の安全性を確かめるための構造計算の基準は、次のとおりとする。

一　屋外に設けるエレベーターで昇降路の壁の全部又は一部を有しないものにあっては、固定荷重、積載荷重及び風圧力によって、主要な支持部分（令第129条の４第１項に規定する主要な支持部分をいう。以下同じ。）に生ずる力を計算すること。

二　主要な支持部分の断面に生ずる短期の応力度を次の式によって計算すること。

$$G_1 + \alpha_1 (G_2 + P) + W$$

（この式において、Ｗは、令第87条に規定する風圧力によって生ずる力を、G_1、α_1、G_2及びＰは、令第129条の４第２項の表に規定するものとする。）

三　前号の規定によって計算した各応力度が、令第３章第８節第３款の規定による短期に生ずる力に対する各許容応力度を超えないことを確かめること。この場合において、主要な支持部分に規格が定められた鋼材等を用いる場合にあっては、当該材料の引張強さを第一から第四までに規定する安全装置作動時の安全率で除して求めた数値を基準強度とすることができる。

附則　この告示は、平成26年４月１日から施行する。

地震その他の震動によってエスカレーターが脱落するおそれがない構造方法を定める件

平成 25 年 10 月 29 日国土交通省告示第 1046 号

建築基準法施行令（昭和 25 年政令第 338 号）第 129 条の 12 第 1 項第六号の規定に基づき、地震その他の震動によってエスカレーターが脱落するおそれがない構造方法を次のように定める。

建築基準法施行令（昭和 25 年政令第 338 号。以下「令」という。）第 129 条の 12 第 1 項第六号に規定する地震その他の震動によってエスカレーターが脱落するおそれがない構造方法は、エスカレーターが床又は地盤に自立する構造である場合その他地震その他の震動によって脱落するおそれがないことが明らかである場合を除き、次のいずれかに定めるものとする。

第一　次に定める構造方法とすること。

一　一の建築物に設けるものとすること。

二　エスカレーターのトラス又ははり（以下「トラス等」という。）を支持する構造は、トラス等の一端を支持部材を用いて建築物のはりその他の堅固な部分（以下「建築物のはり等」という。）に固定し、その他端の支持部材を建築物のはり等の上にトラス等がしゅう動する状態（以下「一端固定状態」という。）で設置したもの又はトラス等の両端の支持部材を建築物のはり等の上にトラス等がしゅう動する状態（以下「両端非固定状態」という。）で設置したものであること。

三　トラス等がしゅう動する状態で設置する部分（以下「非固定部分」という。）において、エスカレーターの水平投影の長辺方向（以下単に「長辺方向」という。）について、トラス等の一端の支持部材を設置した建築物のはり等とその他端の支持部材を設置した建築物のはり等との相互間の距離（以下単に「建築物のはり等の相互間の距離」という。）が地震その他の震動によって長くなる場合にトラス等の支持部材がしゅう動可能な水平距離（以下この号において「かかり代長さ」という。）が、次のイ又はロに掲げる場合に応じてそれぞれ次の表に掲げる式に適合するものであること。

イ　一端固定状態の場合

	隙間及び層間変位について想定する状態	かかり代長さ
（一）	$C > \Sigma\gamma \cdot H$の場合	$B \geqq \Sigma\gamma \cdot H + 20$
（二）	$C \leqq \Sigma\gamma \cdot H$の場合	$B \geqq 2\Sigma\gamma \cdot H - C + 20$

一　この表において、C、γ、H及びBは、それぞれ次の数値を表すものとする。
　C：非固定部分における建築物のはり等の相互間の距離が地震その他の震動によって長辺方向に短くなる場合にトラス等の支持部材がしゅう動可能な水平距離（以下「隙間」という。）（単位　mm）
　γ：エスカレーターの上端と下端の間の各階の設計用層間変形角
　H：エスカレーターの上端と下端の間の各階の揚程（単位　mm）
　B：かかり代長さ（単位　mm）
二　（二）項の適用は、長辺方向の設計用層間変形角における層間変位によって、エスカレーターが建築物のはり等と衝突することによりトラス等に安全上支障となる変形が生じないことを実験によって確かめた場合に限る。

ロ　両端非固定状態の場合

	隙間及び層間変位について想定する状態	かかり代長さ
（一）	$C + D > \Sigma\gamma \cdot H$の場合	$B \geqq \Sigma\gamma \cdot H + D + 20$
（二）	$C + D \leqq \Sigma\gamma \cdot H$の場合	$B \geqq 2\Sigma\gamma \cdot H - C + 20$

一　この表において、C、D、γ、H及びBは、それぞれ次の数値を表すものとする。
　C：計算しようとする一端の隙間（単位 mm）
　D：他端の隙間（単位 mm）
　γ：エスカレーターの上端と下端の間の各階の設計用層間変形角
　H：エスカレーターの上端と下端の間の各階の揚程（単位 mm）
　B：かかり代長さ（単位 mm）
二　（二）項の適用は、長辺方向の設計用層間変形角における層間変位によって、エスカレーターが建築物のはり等と衝突することによりトラス等に安全上支障となる変形が生じないことを実験によって確かめた場合に限る。

四　非固定部分は、エスカレーターの水平投影の短辺方向の設計用層間変形角における層間変位によって、エスカレーターが建築物のはり等に衝突しないようにすること。

五　前二号及び第二第四号の設計用層間変形角は次のいずれかによるものとする。

イ　令第 82 条の 2 の規定によって算出した長辺方向の層間変位の各階の高さに対する割合の 5 倍(その数値が 1/100 に満たない場合にあっては、1/100）以上とすること。

ロ　地震力の大部分を筋かいで負担する鉄骨造の建築物であって、平成 19 年国土交通省告示第 593 号第一号イ又はロで規定する建築物に該当するものに設けられたエスカレーターにあっては、1/100 以上とすること。

ハ　鉄筋コンクリート造の建築物であって、平成 19 年国土交通省告示第 593 号第二号イで規定する建築物に該当するものに設けられたエスカレーターにあっては、1/100 以上とすること。

ニ　特別な調査又は研究の結果に基づき地震時における長辺方向の設計用層間変形角を算出することができる場合においては、当該算出した値（その数値が 1/100 に満たない場合にあっては、1/100）以上とすること。

ホ　1/24 以上とすること。

六　トラス等の一端を支持部材を用いて建築物のはり等に固定する部分（以下「固定部分」という。）は、次の式の地震力による水平荷重が加わった場合又は第三号イの表の（二）項の場合に、安全上支障となる変形を生じないものであること。

$$S = Z K h (G + P) + \mu (1 + Z K v) \cdot R$$

この式において、Ｓ、Ｚ、Ｋｈ、Ｇ、Ｐ、μ、Ｋｖ及びＲは、それぞれ次の数値を表すものとする。

Ｓ　地震力により固定部分にかかる水平荷重（単位　Ｎ）

Ｚ　令第 88 条第 1 項に規定するＺの数値

Ｋｈ　次の表の固定部分を設ける場所における設計用水平標準震度の欄に掲げる数値（特別な調査又は研究の結果に基づき定めた場合は、その数値）

Ｇ　エスカレーターの固定荷重（単位　Ｎ）

Ｐ　令第 129 条の 12 第 3 項に規定するエスカレーターの積載荷重（エスカレーターの積載荷重は地震その他の震動によって人又は物から踏段に作用する力の影響に基づいた数値を算出した場合は、その数値）（単位　Ｎ）

μ　非固定部分の支持部材と建築物のはり等との摩擦係数

Ｋｖ　次の表の非固定部分を設ける場所における設計用鉛直標準震度の欄に掲げる数値（特別な調査又は研究の結果に基づき定めた場合は、その数値）

Ｒ　エスカレーターの固定荷重及び積載荷重により、非固定部分の建築物のはり等に作用する鉛直荷重（単位　Ｎ）

固定部分又は非固定部分を設ける場所	固定部分を設ける場所における設計用水平標準震度	非固定部分を設ける場所における設計用鉛直標準震度
地階及び１階	0.4	0.2
中間階	0.6	0.3
上層階及び屋上	1.0	0.5
この表において、上層階とは、地階を除く階数が2以上6以下の建築物にあっては最上階、地階を除く階数が7以上9以下の建築物にあっては最上階及びその直下階、地階を除く階数が10以上12以下の建築物にあっては最上階及び最上階から数えた階数が3以内の階、地階を除く階数が13以上の建築物にあっては最上階及び最上階から数えた階数が４以内の階をいい、中間階とは、地階、1階及び上層階を除く階をいうものとする。		

２　２以上の部分がエキスパンションジョイントその他の相互に応力を伝えない構造方法のみで接している建築物の当該建築物の部分は、前項第一号の規定の適用については、それぞれ別の建築物とみなす。

第二　次に定める構造方法とすること。

一　第一第１項第一号、第二号、第四号及び第六号並びに第２項の規定に適合すること。

二　第一第１項第三号に適合すること。この場合において、同号に掲げる表のかかり代長さの欄に掲げる設計用層間変形角は、1/100 以上とすること。

三　非固定部分の支持部材が建築物のはり等から外れた場合に、エスカレーターが落下しないよう支持する措置（以下「脱落防止措置」という。）を講ずること。

四　脱落防止措置に用いる支持部材（以下単に「脱落防止措置の支持部材」という。）は、次に定めるものとすること。

イ　釣合い良く配置すること。

ロ　エスカレーターの固定荷重及び積載荷重を支持する強度を有することが確かめられたものとすること。

ハ　長辺方向の設計用層間変形角における層間変位が生じた場合に支持できるものとすること。この場合において、トラス等が長辺方向にしゅう動する状態でトラス等の支持部材を脱落防止措置の支持部材の上に設置するときは、建築物のはり等の相互間の距離が地震その他の震動によって長くなる場合にトラス等の支持部材がしゅう動可能な水平距離（以下「脱落防止措置のかかり代長さ」という。）が、次の場合に応じてそれぞれ次の表に掲げる式に適合するものであること。

（１）　一端固定状態の場合

	隙間及び層間変位について想定する状態	脱落防止措置のかかり代長さ
（一）	Ｃ＞Σγ・Ｈの場合	Ｂ≧Σγk・Hk＋20
（二）	Ｃ≦Σγ・Ｈの場合	Ｂ≧Σγk・Hk＋Σγ・Ｈ－Ｃ＋20

一　この表において、Ｃ、γ、Ｈ、Ｂ、γk 及びHk は、それぞれ次の数値を表すものとする。
Ｃ：エスカレーターの端部の隙間（単位 ㎜）
γ：エスカレーターの上端と下端の間の各階の設計用層間変形角
Ｈ：エスカレーターの上端と下端の間の各階の揚程（単位 ㎜）
Ｂ：脱落防止措置のかかり代長さ（単位 ㎜）
γk：脱落防止措置が設けられた部分から固定部分までの間の各階の設計用層間変形角
Hk：脱落防止措置が設けられた部分から固定部分までの間の各階の揚程（単位 ㎜）

二　（二）項の適用は、長辺方向の設計用層間変形角における層間変位によって、エスカレーターが建築物のはり等と衝突することによりトラス等に安全上支障となる変形が生じないことを実験によって確かめた場合に限る。

（２）　両端非固定状態の場合

	隙間及び層間変位について想定する状態	脱落防止措置のかかり代長さ	
（一）	$C + D > \Sigma \gamma \cdot H$の場合	上端側	$B \geqq \Sigma \gamma_{k1} \cdot H_{k1} + C + 20$
		下端側	$B \geqq \Sigma \gamma_{k2} \cdot H_{k2} + D + 20$
（二）	$C + D \leqq \Sigma \gamma \cdot H$の場合	上端側	$B \geqq \Sigma \gamma_{k1} \cdot H_{k1} + \Sigma \gamma \cdot H - D + 20$
		下端側	$B \geqq \Sigma \gamma_{k2} \cdot H_{k2} + \Sigma \gamma \cdot H - C + 20$

一　この表において、Ｃ、Ｄ、γ、Ｈ、Ｂ、γ_{k1}、H_{k1}、γ_{k2} 及びH_{k2} は、それぞれ次の数値を表すものとする。

Ｃ：エスカレーターの上端の隙間（単位 ㎜）

Ｄ：エスカレーターの下端の隙間（単位 ㎜）

γ：エスカレーターの上端と下端の間の各階の設計用層間変形角

Ｈ：エスカレーターの上端と下端の間の各階の揚程（単位 ㎜）

Ｂ：脱落防止措置のかかり代長さ（単位 ㎜）

γ_{k1}：脱落防止措置が設けられた部分からエスカレーターの上端までの間の各階の設計用層間変形角

H_{k1}：脱落防止措置が設けられた部分からエスカレーターの上端までの間の各階の揚程（単位 ㎜）

γ_{k2}：脱落防止措置が設けられた部分からエスカレーターの下端までの間の各階の設計用層間変形角

H_{k2}：脱落防止措置が設けられた部分からエスカレーターの下端までの間の各階の揚程（単位 ㎜）

二　（二）項の適用は、長辺方向の設計用層間変形角における層間変位によって、エスカレーターが建築物のはり等と衝突することによりトラス等に安全上支障となる変形が生じないことを実験によって確かめた場合に限る。

附則　この告示は、平成 26 年 4 月 1 日から施行する。

エレベーターの地震その他の震動に対する構造耐力上の安全性を確かめるための構造計算の基準を定める件

平成25年10月29日国土交通省告示第1047号

建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）第129条の4第3項第六号の規定に基づき、エレベーターの地震その他の震動に対する構造耐力上の安全性を確かめるための構造計算の基準を次のように定める。

建築基準法施行令（昭和25年政令第338号。以下「令」という。）第129条の4第3項第六号に規定するエレベーターの地震その他の震動に対する構造耐力上の安全性を確かめるための構造計算の基準は、次のとおりとする。

一　令第129条の5第1項に規定する固定荷重及び同条第2項に規定する積載荷重並びに次号に規定する地震力によって、主要な支持部分（令第129条の4第1項に規定する主要な支持部分をいう。以下同じ。）に生ずる力を計算すること。

二　前号の主要な支持部分の断面に生ずる短期の応力度を次の式によって計算すること。

G＋P＋K

（この式において、G及びPは、それぞれ令第129条の5第1項に規定する固定荷重及び同条第2項に規定する積載荷重によって生ずる力を、Kは、次の力を表すものとする。この場合において、固定荷重及び積載荷重のうち昇降する部分の荷重にあっては、当該荷重に1.3を乗じたものとすること。ただし、特別な調査又は研究の結果に基づき、地震時に昇降する部分に生ずる加速度を考慮した数値を定める場合にあっては、この限りでない。

K　地震力によって生ずる力

この場合において、地震力は、特別な調査又は研究の結果に基づき定める場合のほか、水平方向及び鉛直方向について次の式によって計算した数値とするものとする。

P＝ｋｗ

（この式において、P、ｋ及びｗは、それぞれ次の数値を表すものとする。

P　地震力（単位　N）

ｋ　令第88条第1項に規定するZの数値に、次の表の階又は屋上の欄の区分に応じて、それぞれ同表の設計用水平標準震度又は設計用鉛直標準震度の欄に掲げる数値以上の数値を乗じて得た数値とする。

階又は屋上	設計用水平標準震度	設計用鉛直標準震度
地階及び1階	0.4	0.2
その他の階及び屋上	0.6	0.3

ｗ　エレベーターの固定荷重と積載荷重との和（積載荷重にあっては、地震その他の震動によって人又は物からかごに作用する力の影響に基づいた数値を算出した場合は、その数値）（単位　N））
）

三　第一号の主要な支持部分ごとに前号の規定によって計算した各短期の応力度が、令第三章第八節第三款の規定による短期に生ずる力に対する各許容応力度を超えないことを確かめること。この場合において、主要な支持部分に規格が定められた鋼材等を用いる場合にあっては、当該材料の引張強さを平成12年建設省告示第1414号に規定する安全装置作動時の安全率で除して求めた数値を基準強度とすることができる。

附則　この告示は、平成26年4月1日から施行する。

地震その他の震動によってエレベーターの釣合おもりが脱落するおそれがない構造方法を定める件

平成25年10月29日国土交通省告示第1048号

建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）第129条の4第3項第五号の規定に基づき、地震その他の震動によってエレベーターの釣合おもりが脱落するおそれがない構造方法を次のように定める。

建築基準法施行令（昭和25年政令第338号。以下「令」という。）第129条の4第3項第五号の規定に基づき、地震その他の震動によってエレベーターの釣合おもりが脱落するおそれがない構造方法は、次に定めるものとする。ただし、実験により釣合おもりが第二号に規定する地震力によって脱落しないことが確かめられた場合においては、この限りでない。

一　釣合おもりは、釣合おもりの枠（たて枠、上下の枠その他の釣合おもり片の脱落を防止する部材をいい、これらの接合部を含む。以下同じ。）及び釣合おもり片により構成されること。

二　次に定めるところにより構造計算を行うこと。

イ　固定荷重及びロに規定する地震力によって、釣合おもりの枠に生ずる力を計算すること。

ロ　釣合おもりの枠の断面に生ずる短期の応力度を次の式によって計算すること。

Ｇ＋Ｋ

この式において、Ｇは釣合おもりの固定荷重に 1.3（特別な調査又は研究の結果に基づき、地震時に釣合おもりに生ずる加速度を考慮した数値を定めた場合は、その数値）を乗じたものによって生ずる力を、Ｋは地震力によって生ずる力を表すものとする。
この場合において、地震力は、特別な調査又は研究の結果に基づき定める場合のほか、水平方向及び鉛直方向について次の式によって計算した数値とするものとする。

Ｐ＝ｋｗ

この式において、Ｐ、ｋ及びｗは、それぞれ次の数値を表すものとする。
Ｐ　地震力（単位　Ｎ）
ｋ　令第 88 条第 1 項に規定するＺの数値に、次に掲げる設計用水平標準震度又は設計用鉛直標準震度の数値以上の数値を乗じて得た数値とする。
設計用水平標準震度　0.6
設計用鉛直標準震度　0.3
ｗ　釣合おもりの固定荷重（単位　Ｎ）

ハ　釣合おもりの枠の部分ごとにロの規定によって計算した各短期の応力度が、令第三章第八節第三款の規定による短期に生ずる力に対する各許容応力度を超えないことを確かめること。この場合において、釣合おもりの枠に規格が定められた鋼材等を用いる場合にあっては、当該材料の引張強さを 2.0 で除して求めた数値を基準強度とすることができる。

三　釣合おもりのたて枠は、釣合おもり片及び釣合おもりの上下の枠を全て貫通するボルトによるボルト接合その他のたわみ（前号に規定する地震力によって釣合おもりのたて枠に生ずると想定されるたわみをいう。以下同じ。）によって釣合おもり片が脱落するおそれがない措置を講ずる場合を除き、釣合おもり片と接する部分のたわみの方向の長さが、たわみよりも 10 ㎜以上長いものとすること。この場合において、特別な調査又は研究の結果に基づき接合部の剛性及び耐力に関する性能を確かめた場合を除き、たて枠及び上下の枠の接合部をピンによる接合とみなして構造計算を行うこと。

附則　この告示は、平成 26 年 4 月 1 日から施行する。

建築設備の構造耐力上安全な構造方法を定める件

平成 12 年 5 月 29 日建設省告示第 1388 号
改正：平成 24 年 12 月 12 日国土交通省告示第 1447 号

建築基準法施行令（昭和 25 年政令第 338 号）第 129 条の 2 の 4 第二号の規定に基づき、建築設備の構造耐力上安全な構造方法を次のように定める。

第１　建築設備（昇降機を除く。以下同じ。）、建築設備の支持構造部及び緊結金物で腐食又は腐朽のおそれがあるものには、有効なさび止め又は防腐のための措置を講ずること。
第２　屋上から突出する水槽、煙突、冷却塔その他これらに類するもの（以下「屋上水槽等」という。）は、支持構造部又は建築物の構造耐力上主要な部分に、支持構造部は、建築物の構造耐力上主要な部分に、緊結すること。
第３　煙突は、第１及び第２の規定によるほか、次に定める構造とすること。
一　煙突の屋上突出部の高さは、れんが造、石造、コンクリートブロック造又は無筋コンクリート造の場合は鉄製の支枠を設けたものを除き、90cm 以下とすること。
二　煙突で屋内にある部分は、鉄筋に対するコンクリートのかぶり厚さを 5cm 以上とした鉄筋コンクリート造又は厚さが 25cm 以上の無筋コンクリート造、れんが造、石造若しくはコンクリートブロック造とすること。
第４　建築物に設ける給水、排水その他の配管設備（建築物に設ける電気給湯器その他の給湯設備（屋上水槽等のうち給湯設備に該当するものを除く。以下単に「給湯設備」という。）を除く。）は、第１の規定によるほか、次に定める構造とすること。
一　風圧、土圧及び水圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して安全上支障のない構造とすること。
二　建築物の部分を貫通して配管する場合においては、当該貫通部分に配管スリーブを設ける等有効な管の損傷防止のための措置を講ずること。
三　管の伸縮その他の変形により当該管に損傷が生ずるおそれがある場合において、伸縮継手又は可撓継手を設ける等有効な損傷防止のための措置を講ずること。
四　管を支持し、又は固定する場合においては、つり金物又は防振ゴムを用いる等有効な地震その他の震動及び衝撃の緩和のための措置を講ずること。
第５　給湯設備は、第１の規定によるほか、風圧、土圧及び水圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して安全上支障のない構造とすること。この場合において、給湯設備の質量、支持構造部の質量及び給湯設備を満水した場合における水の質量の総和（以下単に「質量」という。）が 15kg を超える給湯設備に係る地震に対して安全上支障のない構造は、給湯設備の周囲に当該給湯設備の転倒、移動等により想定される衝撃が作用した場合においても著しい破壊が生じない丈夫な壁又は囲いを設ける場合その他給湯設備の転倒、移動等により人が危害を受けるおそれのない場合を除き、次の各号のいずれかに定めるところによらなければならない。
一　次の表の給湯設備を設ける場所の欄、質量の欄及びアスペクト比(給湯設備の幅又は奥行き(支持構造部を設置する場合にあっては、支持構造部を含めた幅又は奥行き)の小さい方に対する給湯設備の高さ（支持構造部を設置する場

合にあっては、支持構造部の高さを含めた高さ）の比をいう。以下同じ。)の欄の区分に応じ、給湯設備の底部又は支持構造部の底部を、同表のアンカーボルトの種類の欄及びアンカーボルトの本数の欄に掲げるアンカーボルトを釣合い良く配置して、当該給湯設備を充分に支持するに足りる建築物又は敷地の部分等(以下単に「建築物の部分等」という。)に緊結すること。ただし、給湯設備の底部又は支持構造部の底部を緊結するアンカーボルトの 1 本当たりの引張耐力が、同表の給湯設備を設ける場所の欄、質量の欄、アスペクト比の欄及びアンカーボルトの本数の欄の区分に応じ、同表の引張耐力の欄に掲げる数値以上であることが確かめられた場合においては、当該引張耐力を有するアンカーボルトとすることができる。

給湯設備を設ける場所	質量 (単位 kg)	アスペクト比	アンカーボルトの種類	アンカーボルトの本数	引張耐力 (単位 kN)
地階及び1階並びに敷地の部分	15を超え200以下	4.5以下	径が8mm以上であり、かつ、埋込長さが35mm以上であるおねじ形のあと施工アンカー	3本以上	2.8
		6以下	径が6mm以上であり、かつ、埋込長さが30mm以上であるおねじ形のあと施工アンカー	4本以上	2.2
	200を超え350以下	4以下	径が10mm以上であり、かつ、埋込長さが40mm以上であるおねじ形のあと施工アンカー	3本以上	3.6
		5以下	径が6mm以上であり、かつ、埋込長さが30mm以上であるおねじ形のあと施工アンカー	4本以上	2.2
	350を超え600以下	4以下	径が12mm以上であり、かつ、埋込長さが50mm以上であるおねじ形のあと施工アンカー	3本以上	5.8
		5以下	径が10mm以上であり、かつ、埋込長さが40mm以上であるおねじ形のあと施工アンカー	4本以上	3.6
中間階	15を超え200以下	4以下	径が10mm以上であり、かつ、埋込長さが40mm以上であるおねじ形のあと施工アンカー	3本以上	3.6
		6以下	径が8mm以上であり、かつ、埋込長さが35mm以上であるおねじ形のあと施工アンカー	4本以上	2.8

	200を超え350以下	4以下	径が12mm以上であり、かつ、埋込長さが50mm以上であるおねじ形のあと施工アンカー	3本以上	5.8
		5以下	径が10mm以上であり、かつ、埋込長さが40mm以上であるおねじ形のあと施工アンカー	4本以上	3.6
	350を超え600以下	3.5以下	径が16mm以上であり、かつ、埋込長さが60mm以上であるおねじ形のあと施工アンカー	3本以上	8.0
		5以下	径が12mm以上であり、かつ、埋込長さが50mm以上であるおねじ形のあと施工アンカー	4本以上	5.8
上層階及び屋上	15を超え200以下	6以下	径が12mm以上であり、かつ、埋込長さが50mm以上であるおねじ形のあと施工アンカー	4本以上	5.8
	200を超え350以下	5以下	径が12mm以上であり、かつ、埋込長さが50mm以上であるおねじ形のあと施工アンカー	4本以上	5.8
	350を超え600以下	5以下	径が10mm以上であり、かつ、埋込長さが100mm以上であるJ形の埋込アンカー	4本以上	9.0
この表において、上層階とは、地階を除く階数が2以上6以下の建築物にあっては最上階、地階を除く階数が7以上9以下の建築物にあっては最上階及びその直下階、地階を除く階数が10以上12以下の建築物にあっては最上階及び最上階から数えた階数が3以内の階、地階を除く階数が13以上の建築物にあっては最上階及び最上階から数えた階数が4以内の階をいい、中間階とは、地階、1階及び上層階を除く階をいうものとする。次号から第四号までの表において同じ。					

二　次の表の給湯設備を設ける場所の欄及び質量の欄の区分に応じ、給湯設備の上部を、同表の上部の緊結方法の欄に掲げる方法により建築物の部分等に緊結し、かつ、質量が15kgを超え60kg以下である給湯設備にあっては、自立する構造とし、質量が60kgを超え600kg以下である給湯設備にあっては、その底部又は支持構造部の底部を、同表のアンカーボルト等（アンカーボルト、木ねじその他これらに類するものをいう。以下同じ。）の種類の欄及びアンカーボルト等の本数の欄に掲げるアンカーボルト等を釣合い良く配置して、建築物の部分等に緊結すること。ただし、質量が60kgを超え600kg以下である給湯設備にあっては、給湯設備の底部又は支持構造部の底部を緊結するアンカーボルト等の1本当たりのせん断耐力が、同表の給湯設備を設ける場所の欄、質量の欄、上部の緊結方法の欄及びアンカーボルト等の本数の欄の区分に応じ、同表のせん断耐力の欄に掲げる数値以上であることが確かめられた場合においては、当該せん断耐力を有するアンカーボルト等とすることができる。

<table>
<tr><th>給湯設備を設ける場所</th><th>質量
(単位 kg)</th><th>上部の緊結方法</th><th>アンカーボルト等の種類</th><th>アンカーボルト等の本数</th><th>せん断耐力（単位ｋN）</th></tr>
<tr><td rowspan="9">地階及び 1 階並びに敷地の部分</td><td rowspan="3">15 を超え 60 以下</td><td>径が 5mm 以上であり、かつ、埋込長さが 20mm 以上であるおねじ形のあと施工アンカー1 本以上による緊結</td><td rowspan="3">—</td><td rowspan="3">—</td><td rowspan="3">—</td></tr>
<tr><td>径が 4.8mm 以上であり、かつ、有効打ち込み長さが 15mm 以上である木ねじ 1 本以上による緊結</td></tr>
<tr><td>引張耐力の合計が 0.3kN 以上のアンカーボルト等による緊結</td></tr>
<tr><td rowspan="3">60 を超え 350 以下</td><td>径が 5mm 以上であり、かつ、埋込長さが 20mm 以上であるおねじ形のあと施工アンカー1 本以上による緊結</td><td rowspan="3">径が 8mm 以上であり、かつ、埋込長さが 35mm 以上であるおねじ形のあと施工アンカー</td><td rowspan="3">3 本以上</td><td rowspan="3">0.3</td></tr>
<tr><td>径が 4.8mm 以上であり、かつ、有効打ち込み長さが 12mm 以上である木ねじ 4 本以上による緊結</td></tr>
<tr><td>引張耐力の合計が 0.8kN 以上のアンカーボルト等による緊結</td></tr>
<tr><td rowspan="3">350 を超え 600 以下</td><td>径が 6mm 以上であり、かつ、埋込長さが 30mm 以上であるおねじ形のあと施工アンカー2 本以上による緊結</td><td rowspan="3">径が 10mm 以上であり、かつ、埋込長さが 40mm 以上であるおねじ形のあと施工アンカー</td><td rowspan="3">3 本以上</td><td rowspan="3">0.5</td></tr>
<tr><td>径が 5.5mm 以上であり、かつ、有効打ち込み長さが 15mm 以上である木ねじ 4 本以上による緊結</td></tr>
<tr><td>引張耐力の合計が 1.4kN 以上のアンカーボルト等による緊結</td></tr>
<tr><td>中間階、上層階及び屋上</td><td>15 を超え 60 以下</td><td>径が 5mm 以上であり、かつ、埋込長さが 20mm 以上であるおねじ形のあと施工アンカー1 本以上による緊結</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
</table>

		径が 4.8mm 以上であり、かつ、有効打ち込み長さが 15mm 以上である木ねじ 2 本以上による緊結			
		引張耐力の合計が 0.6kN 以上のアンカーボルト等による緊結			
	60 を超え 350 以下	径が 6mm 以上であり、かつ、埋込長さが 30mm 以上であるおねじ形のあと施工アンカー1 本以上による緊結	径が 8mm 以上であり、かつ、埋込長さが 35mm 以上であるおねじ形のあと施工アンカー	3 本以上	0.7
		径が 4.8mm 以上であり、かつ、有効打ち込み長さが 25mm 以上である木ねじ 4 本以上による緊結			
		引張耐力の合計が 2.0kN 以上のアンカーボルト等による緊結			
	350 を超え 600 以下	径が 8mm 以上であり、かつ、埋込長さが 35mm 以上であるおねじ形のあと施工アンカー2 本以上による緊結	径が 10mm 以上であり、かつ、埋込長さが 40mm 以上であるおねじ形のあと施工アンカー	3 本以上	1.2
		径が 5.5mm 以上であり、かつ、有効打ち込み長さが 25mm 以上である木ねじ 6 本以上による緊結			
		引張耐力の合計が 3.6kN 以上のアンカーボルト等による緊結			
この表において、木ねじとは、JIS　B1112（十字穴付き木ねじ）－1995 又は JIS B1135(すりわり付き木ねじ)－1995 に適合する木ねじをいうものとする。次号の表において同じ。)					

三　次の表の給湯設備を設ける場所の欄及び質量の欄の区分に応じ、給湯設備の側部を、同表のアンカーボルト等の種類の欄及びアンカーボルト等の本数の欄に掲げるアンカーボルト等を釣合い良く配置して、建築物の部分等に緊結すること。ただし、給湯設備の側部を緊結するアンカーボルト等の 1 本当たりの引張耐力が、給湯設備を設ける場所の欄、質量の欄及びアンカーボルト等の本数の欄の区分に応じ、同表の引張耐力の欄に掲げる数値以上であることが確かめられた場合においては、当該引張耐力を有するアンカーボルト等とすることができる。

給湯設備を設ける場所	質量 (単位 kg)	アンカーボルト等の種類	アンカーボルト等の本数	引張耐力 (単位 kN)

地階及び1階並びに敷地の部分	15を超え60以下	径が6mm以上であり、かつ、埋込長さが30mm以上であるあと施工アンカー	2本以上	0.3
		径が4.8mm以上であり、かつ、有効打ち込み長さが12mm以上である木ねじ	4本以上	0.2
	60を超え100以下	径が6mm以上であり、かつ、埋込長さが30mm以上であるあと施工アンカー	2本以上	0.5
		径が4.8mm以上であり、かつ、有効打ち込み長さが15mm以上である木ねじ	4本以上	0.3
中間階、上層階及び屋上	15を超え60以下	径が6mm以上であり、かつ、埋込長さが30mm以上であるあと施工アンカー	2本以上	0.5
		径が4.8mm以上であり、かつ、有効打ち込み長さが15mm以上である木ねじ	4本以上	0.3
	60を超え100以下	径が6mm以上であり、かつ、埋込長さが30mm以上であるあと施工アンカー	4本以上	0.5
		径が5.5mm以上であり、かつ、有効打ち込み長さが15mm以上である木ねじ	8本以上	0.4

四　給湯設備又は支持構造部の建築物の部分等への取付け部分が荷重及び外力によって当該部分に生ずる力(次の表に掲げる力の組合せによる各力の合計をいう。)に対して安全上支障のないことを確認すること。ただし、特別な調査又は研究の結果に基づき地震に対して安全上支障のないことを確認することができる場合においては、この限りでない。

力の種類	力の組合せ
長期に生ずる力	$G+P$
短期に生ずる力	$G+P+K$

この表において、G、P及びKは、それぞれ次の力(軸方向力、曲げモーメント、せん断力等をいう。)を表すものとする。

G　給湯設備及び支持構造部の固定荷重によって生ずる力

P　給湯設備の積載荷重によって生ずる力

K　地震力によって生ずる力

この場合において、地震力は、特別な調査又は研究の結果に基づき定める場合のほか、次の式によって計算した数値とするものとする。

$P=k\,w$

この式において、P、k及びwは、それぞれ次の数値を表すものとする。

P　地震力（単位　N）

k　水平震度（建築基準法施行令第88条第1項に規定するZの数値に次の表の給湯設備を設ける場所の欄の区分に応じ、同表の設計用標準震度の欄に掲げる数値以上の数値を乗じて得た数値とする。)

給湯設備を設ける場所	設計用標準震度
地階及び1階並びに敷地の部分	0.4
中間階	0.6
上層階及び屋上	1.0

w　給湯設備及び支持構造部の固定荷重と給湯設備の積載荷重との和(単位N)

【参考資料Ｖ】東日本大震災に係る報告書等（文献）

１．東日本大震災　被災状況調査報告
（社）高層住宅管理業協会（平成23年4月21日）

２．電気通信施設被害調査報告書（第一次報告）
（社）建設電気技術協会東日本大震災被害調査団（平成23年5月）

３．2011. 3. 11. 東北地方太平洋沖地震　建築設備被害に関する調査報告書
（公社）空気調和・衛生工学会東日本大地震調査支援本部調査部会調査団
（平成23年8月）

４．平成23年（2011年）東日本大震災水道施設被害等現地調査団報告書
厚生労働省健康局水道課（社）日本水道協会　日本水道協会（平成23年9月）

５．2011年東北地方太平洋沖地震津波による海岸保全施設の被害調査
国土交通省国土技術政策総合研究所（平成23年12月）

６．東日本大震災電気設備被害調査報告書
（一社）日本電設工業協会技術・安全委員会東日本大震災被害調査ＷＧ
（平成24年2月）

７．東日本大震災における下水道マンホール調査報告書
ハットリング工法研究会（平成24年2月）

８．平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震被害調査報告
国土交通省国土技術政策総合研究所　他（平成24年3月）

９．設備機器耐震基準把握の実態調査
(社)日本建設業連合会生産委員会設備部会設備専門部会（平成24年3月）

10. 東日本大震災調査報告　防災科学技術研究所（平成24年3月）

11. 東日本大震災を踏まえた都市ガス供給の災害対策検討報告書
総合資源エネルギー調査会都市熱エネルギー部会ガス安全小委員会災害対策ワーキンググループ（平成24年3月）

12. 調査研究委員会報告書
－東日本大震災におけるガスタービン設備の信頼性の調査研究結果－
（公社）日本ガスタービン学会（平成24年6月）

13. 東日本大震災と都市ガス　㈱ガスエネルギー新聞（平成24年7月）

14. 平成23年（2011年）東日本大震災における管本体と管路付属設備の被害調査報告書　（社）日本水道協会（平成24年9月）

15. 東日本大震災の災害対応マネジメント
土木学会東日本大震災フォローアップ委員会災害対応マネジメント特定テーマ委員会　（平成24年11月）

16. 東日本大震災合同調査報告 機械編　（一社）日本機械学会（平成25年8月）

17. 東日本大震災における非構造部材等の被害調査結果について
国土交通省（平成25年8月1日）

18. 首都直下地震防災・減災特別プロジェクト総括成果報告書
文部科学省委託研究　東京大学地震研究所　他（平成24年3月）

19. 病院スタッフのための地震対策ハンドブック
防災科学技術研究所（平成24年6月21日）

20. 病院設備設計ガイドライン（ＢＣＰ編）ＨＥＡＳ-05-2012
(一社)日本医療福祉設備協会（平成24年11月1日）

21. 大津波等を想定した官庁施設の機能確保の在り方について（答申）
社会資本整備審議会（平成25年2月18日）

22. 天井等の非構造材の落下事故防止ガイドライン
日本建築学会非構造材の安全性評価及び落下事故防止に関する特別調査委員会報告書　（平成25年3月4日）

23. 学校施設における天井等落下防止対策のための手引
文部科学省（平成25年8月）

24. 東日本大震災による設備被害と耐震対策報告書
震災復興支援会議「設備被害対策検討委員会」(一社)建築設備技術者協会
（平成25年9月5日）